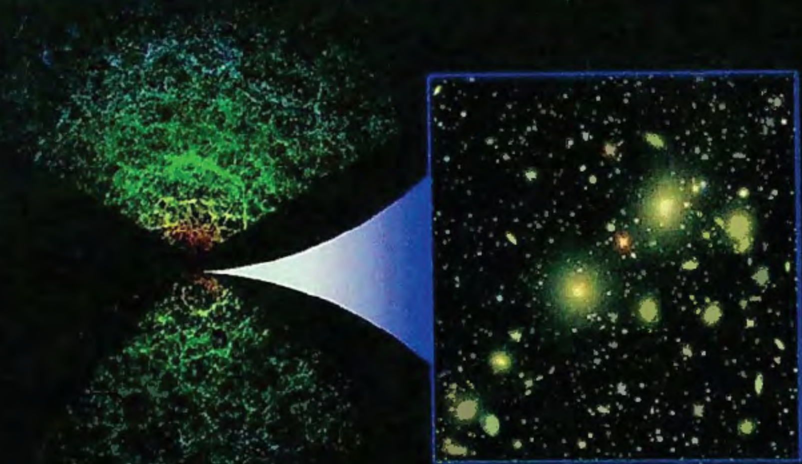
ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ



ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡ ମାଳ ମାଳ ହୋଇ ତୋ ଲୋମକୂପେ ବିରାଜଇ

ପ୍ରସନ୍ନ କୁମାର ମିଶ୍ର

ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ

ଲେଖକ

ପ୍ରସନ୍ନ କୁମାର ମିଶ୍ର

ପ୍ରକାଶକ

ଇଗଲ୍ ପବ୍ଲିଶର୍ସ

୨୮-୯-୨୧, ସୂର୍ଯ୍ୟବାର୍

ବିଶାଖାପାଟଣା-୫୩୦୦୨୦

ପ୍ରକାଶକ
ଇଗଲ୍ ପବ୍ଲିଶର୍ସ
ବିଶାଖାପାଟଣା-୫୩୦୦୨୦
ମୁଦ୍ରଣ ଓ ଲିପି ସଂଯୋଜନ
ଇଗଲ୍ ଅଫ୍‌ସେଟ୍ ପ୍ରେସ୍
ବିଶାଖାପାଟଣା - ୫୩୦୦୨୦
ପ୍ରଚ୍ଛଦ
ଆକ୍‌ସେସ୍ ,
ବିଶାଖାପାଟଣା-୫୩୦୦୦୨
ପ୍ରଥମ ପ୍ରକାଶନ ଜୁନ୍ ୨୦୦୮
ମୂଲ୍ୟ ଟ.୯୦/-ମାତ୍ର

Publishers
Eagle Publishers
Visakhapatnam-530020

Typesetting and Printing
Eagle Offset Press
Visakhapatnam-530020

Cover designers
Access,
Visakhapatnam-530002
First Edition : June,2008
Price Rs.90-00

ଉତ୍ସର୍ଗ ପତ୍ର

ମୋର ସହଧର୍ମିଣୀ ଶ୍ରୀମତୀ ଅନ୍ନପୂର୍ଣ୍ଣା ମିଶ୍ରଂକର ନିରଳସ ସେବାଯତ୍ନ,ପ୍ରେରଣା ଓ ସାହଚର୍ଯ୍ୟ ଫଳରେହିଁ ମୁଁ ଜୀବନରେ କିଛି ସାଫଲ୍ୟ ପାଇପାରିଛି । କୃତଜ୍ଞତାର ନିଦର୍ଶନ ସ୍ୱରୂପ ଏହି ପୁସ୍ତକଟି ତାଙ୍କ ହାତରେ ସମର୍ପଣ କଲି ।

ଲେଖକ

ମୁଖବନ୍ଧ

ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ ସବୁଠାରୁ ପ୍ରାଚୀନ ବିଜ୍ଞାନ ଏବଂ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଚିନ୍ତାଧାରାର ମୁଖ୍ୟ କର୍ଣ୍ଣଧାର । ଆମର ପରିବେଶକୁ ବୁଝିବାର ଆଦିମ ପ୍ରୟାସହିଁ ଏହାର ଜନକ । ପାଞ୍ଜିଗଣନା ଦ୍ୱାରା ସାମାଜିକ ଓ ଧାର୍ମିକ ପର୍ବ ପର୍ବାଣିର କାଳ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ଏହାର ବ୍ୟାବହାରିକ ଦିଗନ୍ତର ଏକ ଉଦାହରଣ । ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ସର୍ବପ୍ରାଚୀନ ଗ୍ରନ୍ଥ ବେଦାଙ୍ଗ ଜ୍ୟୋତିଷ ମତରେ ଏହାର ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ ଯଜ୍ଞକାଳାର୍ଥସିଦ୍ଧୟେ । ମାତ୍ର ପାଞ୍ଜିର ବ୍ୟବହାର ଖାଲି ସେତିକିରେ ସୀମିତ ନଥିଲା । ସମୁଦ୍ର ଯାତ୍ରାକାଳରେ ନାବିକ ଦିଗ୍‌ଦର୍ଶନ ପାଇଁ ନାବିକ ପଞ୍ଜିକାର ବ୍ୟବହାର ଅନିବାର୍ଯ୍ୟ ଥିଲା । ସୂର୍ଯ୍ୟ, ଚନ୍ଦ୍ର, ଗ୍ରହ ନକ୍ଷତ୍ରାଦି ଆମ ପରିବେଶର ଏକ ଅଭିନ୍ନ ଅଙ୍ଗ । ଆମର ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନଚର୍ଯ୍ୟା ଏମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ହୁଏ । ବିଜ୍ଞାନକୁ ଲୋକାଭିମୁଖୀ କରିବା ପାଇଁ ଏହାର ବହୁଳ ବ୍ୟବହାର ଅନ୍ୟ ଦେଶମାନଙ୍କରେ ହେଉଛି ।

ଆଧୁନିକ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ ଏକ ବହୁ ଆୟାମୀୟ ବିଜ୍ଞାନ । ତାହାରି ଜରିଆରେ ଆମେ ଆଜି ବିଶ୍ୱ ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡ ପରିପ୍ରେକ୍ଷିରେ ନିଜ ସ୍ଥିତିର ଆକଳନ କରି ପାରୁଛୁ । ଅପାର୍ଥିବ ଜୀବଜଗତ୍, ଏପରିକି ମନୁଷ୍ୟେତର ସଭ୍ୟତାର ସମ୍ଭାବନା ବିଷୟରେ ଜାଣି ପାରୁଛୁ ଏବଂ ସେସବୁର ସନ୍ଧାନରେ ବ୍ରତୀ ହୋଇଛୁ । ସେଥିପାଇଁ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନହିଁ ଆମର ପଥପ୍ରଦର୍ଶକ ହୋଇଛି । ଆଧୁନିକ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ ଏକ ଲୋକାଭିମୁଖୀ ବିଜ୍ଞାନ । ଆଗ୍ରହୀ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀମାନେ ଏହାର ବିକାଶରେ ବିଶେଷ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରିଛନ୍ତି । ବିଶେଷ କରି ଧୂମକେତୁ ଓ ଉଲ୍କାପିଣ୍ଡମାନଙ୍କ ଆବିଷ୍କାରରେ ଏମାନେ ଅଗ୍ରଣୀ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରିଛନ୍ତି । ଏବେ SETI ପ୍ରକଳ୍ପ ମାଧ୍ୟମରେ ଆଗ୍ରହୀ ରେଡିଓ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀମାନେ ବାହାରୁ ଆସୁଥିବା କ୍ଷୀଣ ରେଡିଓ ସଂକେତର ସଂଗ୍ରହଣ ଏବଂ ବିଶ୍ଳେଷଣରେ ଲାଗିଛନ୍ତି । ସର୍ବୋପରି ଗ୍ରହ, ତାରା, ଉଲ୍କା, ଧୂମକେତୁ ଆଦି ନଭୋମଣ୍ଡଳୀୟ ଦୃଶ୍ୟମାନଙ୍କୁ ରହସ୍ୟବାଦର ପରିସର ଭିତରୁ ବାହାର କରି ସାଧାରଣ ନୈସର୍ଗିକ ନିୟମର ଅଧୀନ କରିବା ଆଧୁନିକ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ମୁଖ୍ୟ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ ।

ବ୍ରହ୍ମସିଦ୍ଧାନ୍ତକାର ପୃଥିବୀର ଆୟତନ ବର୍ଣ୍ଣନ କରିବାକୁ ଯାଇ ଲେଖିଛନ୍ତି ଯେ ଛୋଟ ରାଜାମାନେ ଏହା ତୁଳନାରେ ନିଜ ରାଜ୍ୟର ସ୍ୱଳ୍ପତା ଅନୁଭବ କରି ବିନୟ ଶିକ୍ଷା

କରିବେ । ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ ବିଷୟକ ସାମାନ୍ୟ ଜ୍ଞାନ ଆଜି ଜନସାଧାରଣଙ୍କ ନିମିତ୍ତ ବିଶେଷ ଉପଯୋଗୀ । ଏହାଦ୍ୱାରା ସେ ନିଜର ପରିବେଶ ଏବଂ ସେଥିରେ ନିଜର ସ୍ଥାନ ବିଷୟ ବୁଝି ପାରିବ । ବିଶ୍ୱ ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡ ତୁଳନାରେ ନିଜର ନଗଣ୍ୟତା ଅନୁଭବ କରି ଟିକେ ବିନମ୍ରତା ହୁଏତ ଶିଖିବ ।

ପାରମ୍ପରିକ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଶାସ୍ତ୍ର ରହସ୍ୟବାଦ, ଅଲୌକିକତା ଆଦିର ଯଥାସମ୍ଭବ ନିରାକରଣ କରି ଯୁକ୍ତିବାଦ ଏବଂ ଦୃକ୍‌ସିଦ୍ଧତା ଉପରେ ବିଶେଷ ଗୁରୁତ୍ୱ ଦେବାର ଦେଖାଯାଏ । ଆଧୁନିକ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ ସେହି ଆଭିମୁଖ୍ୟ ନେଇ ଆଗେଇ ଚାଲିଛି । ତାହାରି ଏକ ଝଲକ୍ ଦେବାର ପ୍ରୟାସ ଏହି ପୁସ୍ତକରେ କରାଯାଇଛି ।

ପ୍ରସନ୍ନ କୁମାର ମିଶ୍ର

ଯୁଗେ ଯୁଗେ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ

ଯଥା ଶିଖା ମୟୂରାଣାଂ ନାଗାନାଂ ମଣୟୋ ଯଥା,
ତଥା ବେଦାଙ୍ଗଶାସ୍ତ୍ରେଷୁ ଗଣିତଂ ମୂର୍ଦ୍ଧନି ସ୍ଥିତମ୍ । (ଲଗଧ)

ବିଜ୍ଞାନର ଦୁଇଟି ମୂଳ ଉତ୍ସ, ଅନୁସନ୍ଧିତ୍ସା ଏବଂ ବ୍ୟାବହାରିକତା । ଅନୁସନ୍ଧିତ୍ସା ପ୍ରାଣୀଜଗତର ଏକ ସହଜାତ ପ୍ରବୃତ୍ତି । ପିଲାଦିନୁ ଶିଶୁଟିଏ ତାହାର ପରିବେଶ ସହ ପରିଚିତ ହେବାକୁ ଚାହେଁ । ଏହା ତାହାର ଜୀବନ ଧାରଣର ଏକ ଅବିଚ୍ଛେଦ୍ୟ ଅଙ୍ଗ । ମଣିଷର ବିଚାର ବୁଦ୍ଧିର ବିକାଶ ସହ ସେ ଖାଲି ପରିଚୟରେ ସନ୍ତୁଷ୍ଟ ନ ରହି ଘଟଣାବଳିର ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟ ଏବଂ କାରଣ ବୁଝିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କଲା । ସେଥିରୁ ପ୍ରାକୃତିକ ନିୟମମାନଙ୍କ ସହ ପରିଚୟ ଏବଂ କାର୍ଯ୍ୟକାରଣ ସଂପର୍କର ଧାରଣା ଉପୁଜିଲା । ଏହାହିଁ ବିଜ୍ଞାନ ପଥରେ ଥିଲା ତାହାର ପ୍ରଥମ ପଦକ୍ଷେପ । କ୍ରମେ ନବାବିଷ୍କୃତ ନିୟମମାନଙ୍କୁ କାମରେ ଲଗାଇ ନିଜର ଜୀବନ ଯାପନର ମାନବୃଦ୍ଧି କରିବାରେ ସକ୍ଷମ ହେଲା । ଘର୍ଷଣରୁ ଉତ୍ତାପ, ତହିଁରୁ ଅଗ୍ନି ଏବଂ ରନ୍ଧନରେ ଅଗ୍ନିର ବ୍ୟବହାର ଏହା ଏକ ଶୃଂଖଳା । ବ୍ୟାବହାରିକ ବିଜ୍ଞାନର ଏହା ଏକ ଜ୍ୱଳନ୍ତ ଦୃଷ୍ଟାନ୍ତ । ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ କ୍ଷେତ୍ରରେ ମଧ୍ୟ ଏହିପରି ପ୍ରକ୍ରିୟା କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହୋଇଛି ।

ସୂର୍ଯ୍ୟ, ଚନ୍ଦ୍ର, ତାରା ଆଦି ଆମ ପରିବେଶର ଅଭିନ୍ନ ଅଙ୍ଗ । ସେମାନଙ୍କ ଗତିରୁ ଆମେ ସମୟର କଳନା କରୁ । ସୂର୍ଯ୍ୟ ଓ ଚନ୍ଦ୍ରର ଗତି ସହ ଆମ ଜୀବନଚର୍ଯ୍ୟାର ଅଙ୍ଗାଙ୍ଗୀ ସଂପର୍କ । ଦିନ କାମଧନ୍ଦାର ବେଳ, ରାତି ବିଶ୍ରାମର ସମୟ । ବର୍ଷାଋତୁ ଆରମ୍ଭରୁ ଚାଷବାସ ଓ ବୁଣାବୁଣି କାମ, ପୁଣି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଋତୁରେ ଫସଲ ଅମଳ ହୁଏ । ତାହାରି ସହ ଲାଗି ରହିଛି ବାର ମାସରେ ତେର ପର୍ବ । ଏହିପରି ଋତୁ ଅନୁସାରେ ଜୀବନର ଧାରା ଗଡି ଆସୁଛି । ନଭପିଣ୍ଡମାନଙ୍କ ପ୍ରତି କୃତଜ୍ଞତାର ନିଦର୍ଶନ ସ୍ୱରୂପ ସେମାନଙ୍କର ପୂଜାର୍ଚ୍ଚନାର ବ୍ୟବସ୍ଥା ହୋଇଥିବ । ଏହିଠାରୁ ଧର୍ମାନୁଷ୍ଠାନମାନଙ୍କର ଅଭ୍ୟୁଦୟ ଘଟିଥିବାର ମତବାଦ ବୈଜ୍ଞାନିକ ମହଲରେ ବେଶ୍ ପ୍ରଚଳିତ । ପର୍ବପର୍ବାଣିମାନଙ୍କର ଦିନ ସ୍ଥିର କରିବା ପାଇଁ ପାଞ୍ଜିର ଦରକାର ହେଲା । ନଭପିଣ୍ଡମାନଙ୍କର ଗତିରେ ନାନା ପ୍ରକାର ଶୃଙ୍ଖଳାର ଆବିଷ୍କାର ହେଲା । ଏଇଠୁ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ଜନ୍ମ । ଖ୍ରୀ.ପୂ. ଚତୁର୍ଦ୍ଦଶ ଶତାବ୍ଦୀରେ ଲଗଧ ଋଷିଙ୍କ ପ୍ରଣୀତ ବେଦାଙ୍ଗ ଜ୍ୟୋତିଷ ଅନୁସାରେ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ମୂଳ ଲକ୍ଷ୍ୟ ।

ସମତଂ ବ୍ରାହ୍ମଣେନ୍ଦ୍ରାଣାଂ ଯଜ୍ଞକାଲାର୍ଥସିଦ୍ଧୟେ । ବେଦାଙ୍ଗ ଜ୍ୟୋତିଷ ।

କାଳକ୍ରମେ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ଅନ୍ୟ ଏକ ବ୍ୟାବହାରିକ ଦିଗନ୍ତ ରୂପେ ଫଳିତ ଜ୍ୟୋତିଷର

ଆବିର୍ଭାବ ହେଲା । କେବଳ ଅଥର୍ବ ବେଦ ବ୍ୟତୀତ ଅନ୍ୟ କୌଣସି ବେଦରେ ଏହାର ଉଲ୍ଲେଖ ନାହିଁ । ପ୍ରାଚୀନ ଗ୍ରୀସ୍‌ରେ ବି ଏହାର ପ୍ରଚଳନର ପ୍ରମାଣ ମିଳେ ନାହିଁ । ଖ୍ରୀଷ୍ଟ ପ୍ରଥମ ଶତାବ୍ଦୀରେ ପ୍ରସିଦ୍ଧ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିତ୍ ଟଲେମି (Ptolemy) ଏହାର ପ୍ରଥମ ପ୍ରବର୍ତ୍ତନ କରିଥିବାର ପାଶ୍ଚାତ୍ୟ ପଣ୍ଡିତ ମାନଙ୍କ ମତ । ପ୍ରାଚୀନ ଭାରତରେ ପୁରାଣ ଓ ସଂହିତାମାନଙ୍କରେ ଏହାର ପ୍ରମାଣ ମିଳେ । ବରାହମିହିରଙ୍କ ବୃହତ୍‌ସଂହିତା, ବୃହତ୍‌ଜାତକ ଏବଂ ଲଘୁଜାତକ ଗ୍ରନ୍ଥରେ ଏହାର ମୌଳିକ ତଥ୍ୟମାନ ଆଲୋଚିତ ହୋଇଛି । ଚୀନ ଓ ମଧ୍ୟପ୍ରାଚ୍ୟରେ ବହୁ ପ୍ରାଚୀନ କାଳରୁ ଫଳିତ ଜ୍ୟୋତିଷର ବ୍ୟବହାର ଥିବାର ପ୍ରମାଣ ମିଳେ । ସବୁ ରାଜସଭାରେ ଜଣେ ଜଣେ ରାଜଜ୍ୟୋତିଷୀ ଥିଲେ । ଶୁଭାଶୁଭ ମୁହୂର୍ତ୍ତ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ଏବଂ ଗ୍ରହପୀଡା ଆଦି ଆଧିଦୈବିକ ବିପ୍ରାତମାନଙ୍କରୁ ରାଜା ଓ ପ୍ରଜାଙ୍କର ସୁରକ୍ଷା ତାଙ୍କର ଦାୟିତ୍ୱ ଥିଲା । ଚୀନ୍ ଦେଶରେ ଥରେ ଏକ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ସୂର୍ଯ୍ୟପରାଗ ଦେଖାଗଲା । ଏହାର ପ୍ରତିରୋଧ କରିବାରେ ଅକ୍ଷମ ହୋଇଥିବାରୁ ରାଜଜ୍ୟୋତିଷୀଙ୍କୁ ମୁଣ୍ଡକାଟ ଶାସ୍ତି ଦିଆଗଲା ।

ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ଅନ୍ୟ ଏକ ପ୍ରଧାନ ଆବଶ୍ୟକତା ଥିଲା ନାବିକ ଦିଗ୍‌ଦର୍ଶନ କ୍ଷେତ୍ରରେ । ଅଥଳ ସମୁଦ୍ରରେ ଦିଗବାରିବା, ନିଜର ସ୍ଥିତି ନିରୂପଣ କରିବା ଏବଂ ଯଥୋଚିତ ଦିଗରେ ଜାହାଜର ପରିଚାଳନା କରିବା ପାଇଁ ସୂର୍ଯ୍ୟ, ଚନ୍ଦ୍ର, ଗ୍ରହ ଏବଂ ତାରାମାନଙ୍କର ତାତ୍‌କାଳିକ ସ୍ଥିତିର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆ ଯାଉଥିଲା । ଏସବୁ ସ୍ଥିତି ପୂର୍ବରୁ ଗଣିତ ହୋଇ ନାବିକ ପଞ୍ଜିକାରେ (Nautical almanac) ଲିପିବଦ୍ଧ ହୋଇଥାଏ । ତାରାମାନଙ୍କୁ ଚିହ୍ନିବା ପାଇଁ ସେମାନଙ୍କୁ ବିଭିନ୍ନ ତାରାପୁଞ୍ଜରେ ବିଭକ୍ତ କରାଗଲା । ଭୂମଧ୍ୟସାଗରରେ ଥିବା କ୍ରୀଟ୍(Crete) ଦ୍ୱୀପପୁଞ୍ଜରେ ଖ୍ରୀ.ପୂ. ତୃତୀୟ ସହସ୍ରାବ୍ଦୀରେ ଉପୁଜି ଥିବା ମିନୋଆ (Minoa) ସଭ୍ୟତାର ଅବଦାନ ଏହା । ମିନୋଆର ଅଧିବାସୀମାନେ କେବଳ ନୌବାଣିଜ୍ୟ ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ ଥିଲେ ଏବଂ ସେହି ଜରିଆରେ ଏକ ସମୃଦ୍ଧ ସଭ୍ୟତା ଗଢି ତୋଳିଥିଲେ । ବାବିଲୋନିଆର ଜ୍ୟୋତିର୍ବିତ୍‌ମାନେ ଖ୍ରୀ.ପୂ. ଦ୍ୱାଦଶ ଶତାବ୍ଦୀରେ ରାଶିଚକ୍ରର ପୁଞ୍ଜ (Zodiacal Constellations) ମାନଙ୍କୁ ଚିହ୍ନି ଥିବାର ପ୍ରମାଣ ମିଳେ । ସମୟର ଗଣନା, ନଭପିଣ୍ଡମାନଙ୍କର ଗତିର ସୂକ୍ଷ୍ମ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଏବଂ ତାହାର ତାତ୍ତ୍ୱିକ ପର୍ଯ୍ୟାଲୋଚନା ଇତ୍ୟାଦି ସାଧାରଣ ପାଞ୍ଜି ଏବଂ ନାବିକ ପଞ୍ଜିକାର ଦୃକ୍‌ସିଦ୍ଧ ଗଣନା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ହେଉଥିବାରୁ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ଚର୍ଚ୍ଚା ପ୍ରାୟ ସବୁ ପ୍ରାଚୀନ ସଭ୍ୟତାରେ ଉଚ୍ଚ ପ୍ରାଥମିକତା ଲାଭ କରିଥିଲା । ଏହାର ଜନ୍ମର ଇତିବୃତ୍ତ ବିସ୍ମୃତିର ଅତଳ ଗର୍ଭରେ ଲୀନ । ଐତିହାସିକ କାଳରେ ଏହା ସହ ପରିଚୟ ହେଲା ବେଳକୁ ଏହା ବିଜ୍ଞାନ,ସଂସ୍କୃତି, ଧର୍ମ, ପରମ୍ପରା ଓ ଅନ୍ଧବିଶ୍ୱାସର ଏକ ଅଦ୍ଭୁତ ମିଶ୍ରଣ ଭାବେ ଆତ୍ମପ୍ରକାଶ କରିଛି । ଜନମାନସରେ ଏହି

ମିଶ୍ରିତ ଭାବଧାରା ଏବେବି ରହିଛି । ମାତ୍ର ବିଜ୍ଞାନ ଜଗତ୍‌ରେ ଏହା ଏକ ବିଶିଷ୍ଟ ବିଜ୍ଞାନ ରୂପେ ସୁପ୍ରତିଷ୍ଠିତ । ଖାଲି ସେତିକି ନୁହେଁ । ଏହା ଆଧୁନିକ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନର ଜନକ ଏବଂ ବିଶ୍ୱ ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡ ଓ ତହିଁରେ ଆମର ସ୍ଥିତି ବିଷୟକ ପ୍ରାମାଣିକ ତଥ୍ୟମାନ ଆମକୁ ଯୋଗାଇ ଦେଇ ଆମର ଦର୍ଶନ, ସଂସ୍କୃତି ଓ ଚିନ୍ତାଧାରାର ଗତି ନିରୂପଣ କରିବାରେ ବିଶେଷ ସହାୟକ ହୋଇଛି । ଏହି ଐତିହାସିକ ଧାରାର ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ସୂଚନା ତଳେ ଦିଆଗଲା ।

ଚୀନ୍,ମିଶର ଓ ମଧ୍ୟପ୍ରାଚ୍ୟ (ଖ୍ରୀ.ପୂ ୩୦୦୦-୧୦୦୦)

ଏହି କାଳରେ ତାରାପୁଞ୍ଜମାନଙ୍କର ପ୍ରଚଳନ ଆରମ୍ଭ ହେଲା । ବର୍ଷର ଅବଧି ୩୬୫ ଦିନ ବୋଲି ମିଶରିୟମାନେ ପ୍ରଥମେ ଜାଣିଲେ । ସୂର୍ଯ୍ୟ ସହ ବ୍ୟାଧତାରାର (Sirius) ଉଦୟ ହେଲେ ସେଠାରେ ଚାଷବାସ ଆରମ୍ଭ ହେଉଥିଲା । ତାହାର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କିଛି ଦିନ ପରେ ନୀଳନଦୀରେ ବନ୍ୟା ଆସି ଖେତକୁ ପାଣି ଯୋଗାଉ ଥିଲା । ବାବିଲନିୟମାନେ ରାଶିଚକ୍ର ଏବଂ ମିନୋଆର ନାବିକମାନେ ତାରାପୁଞ୍ଜମାନଙ୍କର ପ୍ରଚଳନ କଲେ । ଏକ ଅନ୍ୟ ମତରେ ବାବିଲନୀୟମାନେ ଖ୍ରୀ.ପୂ. ଦ୍ୱାଦଶ ଶତାବ୍ଦୀରେ ତାରାପୁଞ୍ଜ ବିଧି ପ୍ରଚଳନ କରିଥିଲେ ।

ମଧ୍ୟପ୍ରାଚ୍ୟ ଓ ଗ୍ରୀସ୍ (ଖ୍ରୀ.ପୂ ୧୦୦୦-ଖ୍ରୀ.୨୦୦)

ଗ୍ରହମାନଙ୍କ ବିଷୟରେ ପ୍ରଥମ ଉଲ୍ଲେଖ ମିଳେ ଆସିରିଆର ରାଜା ଅସୁରବନିପାଲ୍‌ଙ୍କ ଗ୍ରନ୍ଥାଗାରରୁ । ସେଠାରେ କଞ୍ଚା ମାଟିର ପଟାରେ ମନ୍ଦିରର ଅଭିଲେଖ ସବୁ ଲେଖା ହୋଇ ଖରାରେ ଶୁଖାଇ ରଖା ଯାଇଥିଲା । ଖ୍ରୀ.ପୂ. ସପ୍ତମ ଶତାବ୍ଦୀର ଏହି ଅଭିଲେଖମାନ ଆବିଷ୍କୃତ ହୋଇ ତାହାର ପାଠୋଦ୍ଧାର କରା ଯାଇଛି । ଖ୍ରୀ.ପୂ. ଚତୁର୍ଥ ଶତାବ୍ଦୀର ଶେଷ ଭାଗରେ ଆଲେକ୍‌ଜାଣ୍ଡର୍ ଇରାନ୍ ଆକ୍ରମଣ କରି ଭାରତ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଆସିଥିଲେ । ସେତିକି ବେଳେ ଗ୍ରୀକ୍‌ମାନେ ମଧ୍ୟପ୍ରାଚ୍ୟର ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସିଲେ । ପରେ ଗ୍ରୀସ୍‌ରେ ଏହାର ସମ୍ୟକ ଆଲୋଚନା ହେଲା । ଆରିଷ୍ଟାର୍କସ୍ (Aristarchus) ଭୂଭ୍ରମଣବାଦର ଅବତାରଣା କଲେ ମାତ୍ର ଏହାର କୌଣସି ପ୍ରମାଣ ଦେଇ ପାରି ନଥିଲେ । ସେ ମଧ୍ୟ ଚନ୍ଦ୍ରରେ ପର୍ବତ ଥିବାର ପ୍ରଚାର କରିଥିଲେ । ଆଲେକ୍‌ଜାଣ୍ଡର୍‌ଙ୍କ ଗୁରୁ ଆରିଷ୍ଟଟଲ୍‌ଙ୍କ ପ୍ରଚାରିତ ଭୂକେନ୍ଦ୍ରିକ ବିଶ୍ୱବାଦ (Geocentric worldview) ଚାକ୍ଷୁଷ ପ୍ରମାଣ ଭାବେ ଅଧିକ ଗ୍ରହଣୀୟ ହେଲା । ଖ୍ରୀ.ପୂ. ଦ୍ୱିତୀୟ ଶତାବ୍ଦୀରେ ହିପାର୍କସ୍ (Hiparchus) ଏକ ତାରା କାଟାଲଗ୍ ପ୍ରସ୍ତୁତ କଲେ । ସେଥିରେ ସେ ୧୦୦୦ରୁ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱ ତାରାଙ୍କର ଉଲ୍ଲେଖ କରିଥିଲେ । ଏହି ତାରାମାନଙ୍କୁ ସେ ବିଭିନ୍ନ ତାରାପୁଞ୍ଜରେ ନିବେଶ କଲେ । ତାଛଡା ସେ ତାରାମାନଙ୍କର ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତା ଅନୁସାରେ ଦୀପ୍ତିସ୍କେଲ୍‌ରେ

(Magnitude scale) ପକାଇଲେ । ସେ ମଧ୍ୟ ତାରାମାନଙ୍କର ସ୍ଥାନାଙ୍କ ପ୍ରଥା ପ୍ରଚଳନ କଲେ । ସେଥିପାଇଁ ତାଙ୍କୁ ଖଗୋଳମିତି (Astrometry) ର ଆଦିଗୁରୁଭାବେ ଗଣା ଯାଏ । ତାଙ୍କର ଅନ୍ୟ ଏକ ବିଶିଷ୍ଟ ଅବଦାନ ହେଲା ଅୟନ ଚଳନର (Precession of Equinoxes) ଆବିଷ୍କାର । ଖ୍ରୀଷ୍ଟ ପ୍ରଥମ ଶତାବ୍ଦୀରେ ଟଲେମି (Ptolemy) ଏକ ତାରା କାଟାଲଗ୍ ପ୍ରସ୍ତୁତ କଲେ । ସେଥିରେ ସେ ହିପାର୍କସ୍‌ଙ୍କ ଅନୁସରଣ କରି ଥିଲେ । ତାଙ୍କର ପ୍ରଣୀତ ଗ୍ରନ୍ଥ ଆଲ୍‌ମାଜେଷ୍ଟ୍ (Almagest)ର ଆରବୀ ଅନୁବାଦ ଏବେ ମିଳୁଛି । ଏଥିରେ ସେ ଏକ ଭୂକେନ୍ଦ୍ରିକ ବିଶ୍ୱବାଦ ପ୍ରଚାର କଲେ । ଏହା ଅନୁସାରେ ସମସ୍ତ ବିଶ୍ୱବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡର କେନ୍ଦ୍ରରେ ଅଛି ଆମ ପୃଥିବୀ । ସୂର୍ଯ୍ୟ, ଚନ୍ଦ୍ର, ଗ୍ରହ ଓ ତାରାମାନେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ କକ୍ଷରେ ପୃଥିବୀର ପରିକ୍ରମା କରନ୍ତି । ସୂର୍ଯ୍ୟ, ଚନ୍ଦ୍ର ଓ ଗ୍ରହମାନଙ୍କ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହି କକ୍ଷ ମାଧ୍ୟ କକ୍ଷ (Mean orbit) । ଏମାନଙ୍କ ସ୍ପଷ୍ଟଗତି ଅନ୍ୟ ଏକ କକ୍ଷରେ ହୁଏ । ଏହାର କେନ୍ଦ୍ର ମାଧ୍ୟକକ୍ଷ ଉପରେ ଅବସ୍ଥିତ । ସମସ୍ତ କକ୍ଷ ବୃତ୍ତାକାର । ଏହି କକ୍ଷମାନଙ୍କର ରୂପକୁ ଏପିସାଇକ୍ଲ (Epicycle) ଏବଂ ଉକ୍ତ ମତବାଦକୁ ଏପିସାଇକ୍ଲବାଦ କୁହା ଯାଏ ।

ଏହି ମତବାଦ ଅନୁସାରେ ଗଣିତ ଗ୍ରହ ସ୍ଥିତି ମୋଟାମୋଟି ଦୃକ୍‌ସିଦ୍ଧ ହେଉଥିଲା । ୟୁରୋପ, ମଧ୍ୟପ୍ରାଚ୍ୟ ଏବଂ ଭାରତରେ ଏହି ବିଧିର ବହୁଳ ପ୍ରଚଳନ ଥିଲା । ଟଲେମିଙ୍କୁ ପାଶ୍ଚାତ୍ୟ ଫଳିତ ଜ୍ୟୋତିଷର ଆଦିଗୁରୁ ବୋଲି କହନ୍ତି । ବହୁକାଳ ଧରି ଏହି ଟଲେମିୟ ବିଶ୍ୱବାଦ ୟୁରୋପରେ କାଥଲିକ୍ ସମ୍ପ୍ରଦାୟର ଧାର୍ମିକ ପୃଷ୍ଠପୋଷକତା ଲାଭ କରିଥିଲା । ମଧ୍ୟପ୍ରାଚ୍ୟରେ ରାଜକୀୟ ପୃଷ୍ଠପୋଷକତା ଲାଭ କରି ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ଚର୍ଚ୍ଚା ଚାଲି ରହିଲା । ଆକାଶର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ପାଇଁ କେତେକ ଉପାଦେୟ ଯନ୍ତ୍ରର ଉଦ୍ଭାବନ ଏହାର ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ । ଖ୍ରୀଷ୍ଟ ୧୪୮୦ରେ ସମରକନ୍ଦ୍‌ର ସୁଲ୍‌ତାନ୍ ଉଲୁଘ୍ ବେଗ୍ ଏକ ମାନମନ୍ଦିର ନିର୍ମାଣ କଲେ । ସେଥିରେ ପଥରରେ ତିଆରି ବିରାଟକାୟ ଯନ୍ତ୍ରମାନ ଥିଲା ଓ ସେମାନଙ୍କ ତ୍ରୁଟିସୀମା ୧କଳା (arc minute) ଥିଲା ।

ପଶ୍ଚିମ ୟୁରୋପ

ଇଂଲାଣ୍ଡ୍ ଓ ଫ୍ରାନ୍‌ସ୍‌ର ବ୍ରିଟାନିଠାରେ ବୃତ୍ତାକାରରେ ସଜା ଯାଇ ଥିବା ବଡ ପଥର ସବୁ ଦେଖିବାକୁ ମିଳେ । ଏହାକୁ ଷ୍ଟୋନ୍‌ହେଞ୍ଜ୍ (Stonehenge) କହନ୍ତି । ଏଗୁଡ଼ିକର ନିର୍ମାଣ କାଳ ପ୍ରାୟ ଖ୍ରୀ.ପୂ. ୧୫୦୦ ବୋଲି ସିଦ୍ଧ ହୋଇଛି । ସେତେବେଳେ ଏହା ପାଞ୍ଜିର କାମ ଦେଉଥିଲା । ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦୁଇଟି ପଥରର ରେଖାରେ ସୂର୍ଯ୍ୟୋଦୟ ହେଲେ କୌଣସି ଏକ ପର୍ବ ପଡୁଥିଲା । ପ୍ରାକ୍ ଖ୍ରୀଷ୍ଟିଆନ୍ ଧର୍ମ ଜଗତ୍‌ରେ ଏଗୁଡିକ ଏକାଧାରରେ ପାଞ୍ଜି ଓ ମାନମନ୍ଦିରର କାମ କରୁଥିଲା ।

ଭାରତ

ଭାରତରେ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ଚର୍ଚ୍ଚା ଅତି ପ୍ରାଚୀନ । ବୈଦିକ ସଂହିତା ଓ ବ୍ରାହ୍ମଣ ଗ୍ରନ୍ଥମାନଙ୍କରେ ଏହାର ବହୁ ପ୍ରମାଣ ମିଳେ । ଖ୍ରୀ.ପୂ.ଚତୁର୍ଦ୍ଦଶ ଶତାବ୍ଦୀରେ ଲଗଧ ଋଷିଙ୍କ ରଚିତ ବେଦାଙ୍ଗ ଜ୍ୟୋତିଷ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ସର୍ବପ୍ରାଚୀନ ଗ୍ରନ୍ଥ । ଏଥିରେ କାଳ ବିଭାଗ, ସୌରମାନ ଓ ଚାନ୍ଦ୍ରମାନ ବର୍ଷ ଇତ୍ୟାଦିର ଆଲୋଚନା ହୋଇଛି । ଅଧିକମାସର ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା ସୌରମାନ ଓ ଚାନ୍ଦ୍ରମାନ ବର୍ଷର ସମନ୍ୱୟ ବିଧିର ବର୍ଣ୍ଣନ ଏଥିରେ ଅଛି । ଚନ୍ଦ୍ରର ଆଭାସୀ ପଥର ନିକଟବର୍ତ୍ତି ୨୭ ନକ୍ଷତ୍ରର ଉଲ୍ଲେଖ ଏଥିରେ ଅଛି । ବେଦାଙ୍ଗ ଜ୍ୟୋତିଷର ଦୁଇଟି ପାଠ ମିଳେ । ଏହାକୁ ଯଥାକ୍ରମେ ଋକ୍ ଓ ଯାଜୁଷ ପାଠ କହନ୍ତି । ଋକ୍ ପାଠରେ ୩୬ଟି ଏବଂ ଯାଜୁଷ ପାଠରେ ୪୨ଟି ଶ୍ଳୋକ ଅଛି । ଏଥିରେ କୌଣସି ଗ୍ରହଙ୍କର ଉଲ୍ଲେଖ ନାହିଁ । କାଳ ଗଣନାରେ ବାର୍ହସ୍ପତ୍ୟ ସମ୍ବତ୍ସରର ଉଲ୍ଲେଖ ରହିଥିବାରୁ ଗ୍ରହମାନଙ୍କ ସହ ପରିଚୟର ସଙ୍କେତ ମିଳୁଛି । ବୋଧହୁଏ ଏହି ଗ୍ରନ୍ଥର ଆଭିମୁଖ୍ୟ ପରିପ୍ରେକ୍ଷିରେ ଗ୍ରହଙ୍କର ଆବଶ୍ୟକତା ନାହିଁ । ମେଷାଦି ବାର ରାଶିର ଆଦୌ ଉଲ୍ଲେଖ ନାହିଁ । ହୁଏତ ଏଗୁଡିକର ପ୍ରଚଳନ ସେତେବେଳେ ନଥିଲା । କାଳ ବିଭାଗ ସନ୍ଦର୍ଭରେ ଦିନ, ମାସ ଏବଂ ବର୍ଷର ଉଲ୍ଲେଖ ଅଛି, ମାତ୍ର ସପ୍ତାହର ଉଲ୍ଲେଖ ଆଦୌ ନାହିଁ । ସପ୍ତାହର ନାମସବୁ ଗ୍ରହମାନଙ୍କର ନାମାନୁସାରେ ତେଣୁ ଅନେକଙ୍କ ମତରେ ଗ୍ରହମାନଙ୍କୁ ସେକାଳରେ କୌଣସି ବିଶେଷ ପ୍ରାଧାନ୍ୟ ଦିଆ ଯାଉ ନ ଥିଲା ।

ପରବର୍ତ୍ତି ପ୍ରାୟ ୨୦୦୦ ବର୍ଷ କାଳ ଭାରତୀୟ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନରେ କୌଣସି ଉଲ୍ଲେଖନୀୟ ଘଟଣା ଘଟି ନାହିଁ । ଖ୍ରୀ.ପୂ. ଚତୁର୍ଥ ଶତାବ୍ଦୀରେ ଆଲେକ୍‌ଜାଣ୍ଡରଙ୍କ ଭାରତ ଆକ୍ରମଣ ପରେ ଗ୍ରୀସ୍ ସହ ଭାରତର ସାଂସ୍କୃତିକ ଆଦାନ ପ୍ରଦାନ ଆରମ୍ଭ ହୋଇଥିବ । ତା ପୂର୍ବରୁ ମଧ୍ୟପ୍ରାଚ୍ୟ ସହ ବରାବର ସଂପର୍କର ପ୍ରବାହ ଚାଲିଥିଲା । ଖ୍ରୀଷ୍ଟ ଷଷ୍ଠ ଶତାବ୍ଦୀରୁ ଭାରତୀୟ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ସ୍ୱର୍ଣ୍ଣଯୁଗ ଆରମ୍ଭ ହୁଏ । ଏହାକୁ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ କାଳ ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ବରାହମିହିର ସେକାଳରେ ପ୍ରଚଳିତ ପାଞ୍ଚଟି ଜ୍ୟୋତିଷ ଗ୍ରନ୍ଥର ଏକ ସଂକଳନ ପ୍ରକାଶ କଲେ । ଏହାର ନାମ ପଞ୍ଚସିଦ୍ଧାନ୍ତିକା । ଏଥିରେ ପୈତାମହ, ବାଶିଷ୍ଠ, ପୌଲିଶ, ରୋମକ ଏବଂ ସୌର, ଏହି ପାଞ୍ଚଟି ସିଦ୍ଧାନ୍ତର ସାରାଂଶ ଦିଆ ଯାଇଛି । ଏଥିରେ ସୌରସିଦ୍ଧାନ୍ତର ଗଣନା ଅଧିକ ନିର୍ଭୁଲ ଥିଲା । ଏହି ଗଣନା ଟଲେମିଙ୍କ ଏପିସାଇକଲ୍‌ବାଦ ଉପରେ ପ୍ରତିଷ୍ଠିତ ଏବଂ ଏହାର ଏକ ପରିବର୍ଦ୍ଧିତ ରୂପ ସାରା ଭାରତରେ ପ୍ରଚଳିତ ହୋଇଥିଲା । ଏବେବି ଭାରତର ବହୁ ଅଞ୍ଚଳର ପାରମ୍ପରିକ ପାଞ୍ଜି ଏହି ମତରେ ଗଣନା କରା ହୁଏ । ଅନେକେ କିନ୍ତୁ ଏହି ମତ ଗ୍ରହଣ କରନ୍ତି ନାହିଁ । ତାଙ୍କ ମତରେ ଭାରତୀୟ ଗଣନା ପଦ୍ଧତି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ।

ଖ୍ରୀଷ୍ଟାବ୍ଦ ୪୯୯ରେ ଆର୍ଯ୍ୟଭଟଙ୍କ ପ୍ରଣୀତ ଆର୍ଯ୍ୟଭଟୀୟମ୍ ନାମକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଗ୍ରନ୍ଥରେ ପୃଥିବୀର ଦୈନିକ ଗତିକୁ ବାସ୍ତବ ବୋଲି ସ୍ୱୀକାର କରା ଯାଇଥିଲା । ବ୍ରହ୍ମଗୁପ୍ତ ତାଙ୍କ ବିରଚିତ ବ୍ରହ୍ମସ୍ଫୁଟସିଦ୍ଧାନ୍ତ (ଖ୍ରୀ.୬୨୮) ଏବଂ ଖଣ୍ଡଖାଦ୍ୟକ (ଖ୍ରୀ.୬୬୫) ଗ୍ରନ୍ଥରେ ଏହି ମତବାଦର ତୀବ୍ର ପ୍ରତିବାଦ କଲେ । ଏହାପରେ ଭୂଭ୍ରମଣବାଦର ଉଲ୍ଲେଖ ଆଉ କେଉଁଠି ହୋଇନାହିଁ । ବ୍ରହ୍ମଗୁପ୍ତଙ୍କ ଦୁଇ ଖଣ୍ଡ ଯାକ ବହି ଆରବୀରେ ଅନୂଦିତ ହୋଇ ସିନ୍ଦହିନ୍ଦ୍ ଓ ଆର୍କନ୍ଦ୍ ନାମରେ ପ୍ରସିଦ୍ଧି ଲାଭ କରିଥିଲା । ପରବର୍ତ୍ତୀ ସମସ୍ତ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିତ୍ ଯଥା ଲଲ୍ଲ,ଶ୍ରୀପତି, ଭାସ୍କରାଚାର୍ଯ୍ୟ, ଗଣେଶ ଦୈବଜ୍ଞ ଇତ୍ୟାଦି ଭୂସ୍ଥିରବାଦକୁ ବ୍ୟାବହାରିକ ଦୃଷ୍ଟିରୁ ଏବଂ ଚାକ୍ଷୁଷ ପ୍ରମାଣ ଭାବେ ଗ୍ରହଣ କରିଥିଲେ । କେରଳର ନୀଳକଣ୍ଠ ସୋମାୟାଜୀ (୧୬ଶ ଶତାବ୍ଦୀ) ଏବଂ ଓଡିଶାର ସାମନ୍ତ ଚନ୍ଦ୍ରଶେଖର ଏଥିରେ କିଛି ପରିବର୍ତ୍ତନ କରିଥିଲେ । ତାଙ୍କ ମତରେ ଚନ୍ଦ୍ର ଛଡା ଅନ୍ୟ ସମସ୍ତ ଗ୍ରହ ସୂର୍ଯ୍ୟ ପରିକ୍ରମା କରନ୍ତି ଏବଂ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଏ ସଭିଙ୍କି ସଙ୍ଗରେ ଧରି ପୃଥିବୀ ପରିକ୍ରମା କରେ । ଷୋଡଶ ଶତାବ୍ଦୀରେ ଡେନ୍ମାର୍କର ଟାଇକୋ ବ୍ରାହେ ଅନୁରୂପ ମତ ପ୍ରଚାର କରି ଥିବାର ଜଣା ଯାଏ । ସାମନ୍ତ ଚନ୍ଦ୍ରଶେଖର ସ୍ୱନିର୍ମିତ ଯନ୍ତ୍ରପାତି ଦ୍ୱାରା ଗ୍ରହମାନଙ୍କର ଗତି ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ କରି ଚନ୍ଦ୍ର ଗତିରେ ଦୁଇଟି ସଂସ୍କାର ଆବିଷ୍କାର କଲେ । ଆମ ପାରମ୍ପରିକ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନରେ ଏହା ଆଗରୁ ଜଣା ନଥିଲା । ଏହାଦ୍ୱାରା ତାଙ୍କ ଗଣିତ ତିଥି ଇତ୍ୟାଦି ଅଧିକ ଶୁଦ୍ଧ ହେଲା ଏବଂ ତାଙ୍କ ପ୍ରଣୀତ ସିଦ୍ଧାନ୍ତଦର୍ପଣ ଅନୁସାରେ ଗଣିତ ପାଞ୍ଜି ପୁରୀ ଶ୍ରୀମନ୍ଦିରର ନୀତି ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ ପାଇଁ ଅନୁମୋଦନ ଲାଭ କଲା । ଅଷ୍ଟାଦଶ ଶତାବ୍ଦୀରେ ରାଜସ୍ଥାନ ଜୟପୁରର ମହାରାଜା ସୱାଇ ଜୟସିଂହ ଦିଲ୍ଲୀ, ଜୟପୁର, ବାରାଣସି ଓ ଉଜ୍ଜୟିନୀରେ ଇଟା ପଥରରେ ତିଆରି ବିରାଟକାୟ ଯନ୍ତ୍ରମାନ ନିର୍ମାଣ କରାଇ ଥିଲେ । ଏଗୁଡିକ ଯନ୍ତର୍ ମନ୍ତର୍ ନାମରେ ଖ୍ୟାତ । ଏଗୁଡିକର ତ୍ରୁଟିସୀମା (Accuracy) ୧ କଳା (1 arc minute) ରୁ କମ୍ ଥିବାର ଜଣା ଯାଏ ।

ଆଧୁନିକ ଯୁଗ

ଖ୍ରୀ ୧୫୦୦-୧୭୦୦

୧୫୪୩ ଖ୍ରୀଷ୍ଟାବ୍ଦରେ ପୋଲାଣ୍ଡରେ କୋପର୍ନିକସ୍ଙ୍କ ରଚିତ De Revolutionibus Orbitum ନାମକ ପୁସ୍ତକ ପ୍ରକାଶିତ ହେଲା । ଏଥିରେ ଭୂଭ୍ରମଣବାଦର ସମର୍ଥନ କରା ଯାଇଥିଲା । କୋପର୍ନିକସ୍ ନିଜେ ଜଣେ ପାଦ୍ରି ଥିଲେ ଏବଂ ଧାର୍ମିକ ପ୍ରତିବାଦ ଭୟରେ ମରିବାର କିଛି ଦିନ ଆଗରୁ ଏହାର ପ୍ରକାଶ କଲେ । ସେହି ଦିନରୁ କୋପର୍ନିକିୟ ବିପ୍ଳବର ସୂତ୍ରପାତ ହୁଏ । ଏହି ବିପ୍ଳବର ମୂଳମନ୍ତ୍ର ହେଲା ସତ୍ୟ କୌଣସି ପାରମ୍ପରିକ ବିଚାରର ଗଣ୍ଡି ଭିତରେ ଆବଦ୍ଧ ହୋଇ ପାରେନା ।

୧୫୭୬ରୁ ୧୫୯୭ ଭିତରେ ଟାଇକୋ ବ୍ରାହେ ଡେନ୍‌ମାର୍କ୍‌ର Hven ଦ୍ୱୀପରେ ନିଜର ମାନମନ୍ଦିର ସ୍ଥାପନ କରି ଗ୍ରହମାନଙ୍କର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ କଲେ । ସେଥି ପାଇଁ କେତେକ ଯନ୍ତ୍ରପାତି ନିଜେ ଉଦ୍ଭାବନ କରି ଥିଲେ । ୧୬୦୦ ଖ୍ରୀଷ୍ଟାବ୍ଦରେ ଇଟାଲିରେ ଜିଓର୍ଡାନୋ ବ୍ରୁନୋ (Giordano Bruno)ଙ୍କୁ ଧାର୍ମିକ ଅଦାଲତ୍‌ରେ ଦୋଷୀ ସାବ୍ୟସ୍ତ କରି ଜିଅଁତା ଜଳାଇ ଦିଆଗଲା । କୋପର୍ନିକୀୟ ଭୂଭ୍ରମଣବାଦର ପ୍ରଚାରହିଁ ଥିଲା ତାଙ୍କର ଅପରାଧ । ତାଛଡା ସେ ପୃଥିବୀ ବ୍ୟତୀତ ଅନ୍ୟ ବହୁ ଗ୍ରହରେ ଜୀବନ ଥିବାର ମତବାଦ ପ୍ରଚାର କରୁଥିଲେ । ଏ ସବୁ ସେକାଳର ଧାର୍ମିକ ମତବାଦର ବିରୁଦ୍ଧ ଥିଲା ।

ଖ୍ରୀ.୧୬୦୦—୧୭୦୦

୧୬୦୩ରେ ବେୟର୍‌ଙ୍କ ତାରା କାଟାଲଗ୍ ପ୍ରକାଶ ପାଇଲା । ସେଥିରେ ତାରାପୁଞ୍ଜର ତାରାମାନଙ୍କୁ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତା କ୍ରମରେ ଗ୍ରୀକ୍ ବର୍ଣ୍ଣମାଳାର ଅକ୍ଷର α, β, γ ଇତ୍ୟାଦି କ୍ରମରେ ନାମକରଣ କଲେ । ଏହି ବିଧି ଏବେବି ପ୍ରଚଳିତ । ୧୬୦୮ରେ ହଲାଣ୍ଡର Lippershey ଦୂରବୀକ୍ଷଣ ଆବିଷ୍କାର କଲେ । ୧୬୦୯ରେ ଇଟାଲିର ଗାଲିଲିଓ ଗାଲିଲାଇ ସ୍ୱନିର୍ମିତ ଦୂରବୀକ୍ଷଣ ଦ୍ୱାରା ଆକାଶର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଆରମ୍ଭ କଲେ । ସେ ଚନ୍ଦ୍ରରେ ପର୍ବତମାଳା,ସୂର୍ଯ୍ୟରେ କଳଙ୍କ, ଶୁକ୍ର କଳାର କ୍ଷୟ ବୃଦ୍ଧି ଓ ବୃହସ୍ପତିର ଚାରିଟି ଚନ୍ଦ୍ର ଆବିଷ୍କାର କଲେ । ତାଛଡା ଛାୟାପଥକୁ ବହୁ ତାରାର ସମଷ୍ଟି ବୋଲି ପ୍ରମାଣ ଦେଲେ । ଭୂଭ୍ରମଣବାଦର ପ୍ରଚାର କରିବାରୁ ତାଙ୍କୁ ବନ୍ଦୀ କରା ଗଲା । ୧୬୦୯-୧୮ଭିତରେ କେପ୍ଲର୍‌ଙ୍କ ନିୟମମାନ ପ୍ରକାଶିତ ହେଲା । ସପ୍ତଦଶ ଶତାବ୍ଦୀ ଭିତରେ ୟୁରୋପର ପ୍ରଥମ ମାନମନ୍ଦିରମାନ ପ୍ରତିଷ୍ଠିତ ହେଲା । ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ହଲାଣ୍ଡର ଲୀଡ୍‌ସ୍, ଫ୍ରାନ୍‌ସର ପ୍ୟାରିସ୍ ଏବଂ ଇଂଲଣ୍ଡ୍‌ର ଗ୍ରୀନ୍‌ୱିଚ୍ ମାନମନ୍ଦିର ଅନ୍ୟତମ । ୧୬୬୮ରେ ନିଉଟନ୍ ପ୍ରଥମେ ତାଙ୍କର ପ୍ରତିଫଳକ ଦୂରବୀକ୍ଷଣ (Reflecting Telescope) ନିର୍ମାଣ କଲେ । ୧୬୮୭ରେ ସେ Principia Mathematica Philosophae Naturalis ନାମକ ପୁସ୍ତକ ପ୍ରକାଶ କଲେ । ଏହା ନିଉଟନ୍‌ଙ୍କ ପ୍ରିନ୍‌ସପିଆ ନାମରେ ଖ୍ୟାତ । ଏଥିରେ ସେ ସାର୍ବତ୍ରିକ ମହାକର୍ଷଣ ତତ୍ତ୍ୱ (Theory of Universal Gravitation) ପ୍ରତିପାଦନ କଲେ । ସେ ମଧ୍ୟ ଦେଖାଇ ଦେଲେ ଯେ କେପ୍ଲର୍‌ଙ୍କ ନିୟମାବଳି ଉକ୍ତ ମହାକର୍ଷଣ ତତ୍ତ୍ୱର ବିଶେଷ ନିଷ୍କର୍ଷ । ଏଥିରୁ ପ୍ରମାଣିତ ହେଲା ଯେ ଗ୍ରହ ଉପଗ୍ରହମାନଙ୍କ ଗତି ପ୍ରାକୃତିକ ନିୟମ ଦ୍ୱାରା ନିୟନ୍ତ୍ରିତ । ଏହା ଜଣା ଯିବା ପରେ ସେମାନଙ୍କ ଦେବତ୍ୱ ବିଷୟରେ ସନ୍ଦେହ ଉପୁଜିବା ସ୍ୱାଭାବିକ ଥିଲା । ଏହି ଶତାବ୍ଦୀ ଭିତରେ ଗ୍ରହଗତିର ସୂକ୍ଷ୍ମ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ବେଶ୍ ଗୁରୁତ୍ୱ ଲାଭ କଲା ।

ଖ୍ରୀ ୧୭୦୦-୧୮୦୦

୧୭୦୫ ଖ୍ରୀଷ୍ଟାବ୍ଦରେ ସାର୍ ଏଡ୍‌ମଣ୍ଡ୍ ହେଲି ଏକ ଧୂମକେତୁର ପ୍ରତ୍ୟାବର୍ତ୍ତନର ଭବିଷ୍ୟବାଣୀ କଲେ । ୧୭୫୮ରେ ଏହି ଭବିଷ୍ୟବାଣୀ ଅନୁସାରେ ଧୂମକେତୁଟି ଯଥା ସମୟରେ ଦେଖା ଗଲା ଏବଂ ଏହାର ନାମ ହେଲି ଧୂମକେତୁ ଦିଆଗଲା । ୧୭୨୫ରେ ଇଂଲଣ୍ଡର ରାଜଜ୍ୟୋତିଷୀ (Astronomer Royal) ଫ୍ଲାମ୍‌ଷ୍ଟୀଡ୍ (Flamsteed) ଏକ ତାରା କାଟାଲଗ୍ ପ୍ରକାଶ କଲେ । ଏଥିରେ ସେ ତାରାମାନଙ୍କର ନାମକରଣର ଏକ ନୂତନ ବିଧି ପ୍ରଚଳନ କଲେ । ଏହା ଫ୍ଲାମ୍‌ଷ୍ଟୀଡ୍ ବିଧି ଭାବେ ଖ୍ୟାତ ଏବଂ ବହୁଳ ପ୍ରଚଳିତ । ୧୭୬୧ରେ ଶୁକ୍ରର ଏକ ଗ୍ୟାସ୍ ମଣ୍ଡଳ ଥିବାର ପ୍ରମାଣ ମିଳିଲା । ସେ ବର୍ଷ ଶୁକ୍ରର ସୂର୍ଯ୍ୟ ବିମ୍ବ ଅତିକ୍ରମଣ କାଳରେ ରୁଷିୟ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀ ଲୋମୋନୋସୋଭ୍ (Lomonosov)ଏହା ଆବିଷ୍କାର କଲେ । ୧୭୬୭ରେ ପ୍ରଥମେ ନାବିକ ପଞ୍ଜିକା ପ୍ରକାଶ ପାଇଲା । ୧୭୮୧ରେ ମେସିଅର (Messier) କାଟାଲଗ୍ ପ୍ରକାଶ ପାଇଲା । ଏଥିରେ ନେବୁଲା ଓ ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କର ତାଲିକା ଓ ଅବସ୍ଥିତି ଦିଆ ଯାଇଥିଲା । ସେହି ବର୍ଷ ୱିଲିଅମ୍ ହର୍ଶେଲ୍ (William Herschel) ୟୁରେନସ୍ ଆବିଷ୍କାର କଲେ । ୧୭୮୩ରେ ମୂକ ବଧିର ଯୁବ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀ ଗୁଡ୍‌ରିକ୍ ଆଲ୍‌ଗଲ୍ ତାରାର ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତା ପରିବର୍ତ୍ତନର କାରଣ ଦର୍ଶାଇଲେ । ସେ ପ୍ରମାଣ କଲେ ଯେ ଦୁଇଟି ତାରା ପରସ୍ପରର ଉପରାଗ ଘଟାଇବାହିଁ ଏହି ପରିବର୍ତ୍ତନର କାରଣ । ଏ ପ୍ରକାର ତାରାମାନଙ୍କୁ ଉପରାଗୀ ଯୁଗ୍ମତାରା କୁହା ଯାଏ । ଏହି ଆବିଷ୍କାର ପରେ ଏ ପ୍ରକାର ତାରାମାନଙ୍କର କକ୍ଷ ନିର୍ଣ୍ଣୟର ବାଟ ଫିଟିଲା ଏବଂ ସେଥିରୁ ଏହି ତାରାମାନଙ୍କର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରା ଯାଇ ପାରିଲା । ୧୭୮୪ରେ ପ୍ରଥମେ ସେଫେଇଡ୍ ପରବର୍ତ୍ତୀ ତାରା ଆବିଷ୍କୃତ ହେଲା । ଏହି ତାରାମାନେ ଦୂର ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କର ଦୂରତା ନିର୍ଦ୍ଧାରଣରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଅନ୍ତି । ୧୭୮୬ରେ ହର୍ଶେଲ୍ ଛାୟାପଥ ଗାଲାକ୍ସିର ମୋଟାମୋଟି ଆକାର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କଲେ । ୧୭୯୬ରେ ଲାପ୍ଲାସ୍ (Laplace) ଗ୍ରହ ସୃଷ୍ଟିର ନେବୁଲା ବାଦ ପ୍ରଚାର କଲେ । କେତେକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ସହ ଏହା ଆଧୁନିକ ଗ୍ରହସୃଷ୍ଟି ତତ୍ତ୍ୱର ଜନକ ।

ଖ୍ରୀ ୧୮୦୦-୧୯୦୦

୧୮୦୦ ମସୀହାରେ ହର୍ଶେଲ୍ ସୂର୍ଯ୍ୟରୁ ଆସୁଥିବା ଅବଲୋହିତ ରଶ୍ମି ଆବିଷ୍କାର କଲେ । ୧୮୦୧ରେ ସିସିଲି ଦ୍ୱୀପରେ ପିଆଜି (Piazzi) ପ୍ରଥମ ଗ୍ରହାଣୁ (Asteroid)ର ଠାବ କଲେ । ସିସିଲି ଦ୍ୱୀପର ଅଧିଷ୍ଠାତ୍ରୀ ଦେବୀ ସେରେସ୍ (Ceres)ଙ୍କ ନାମରେ ଏହା ନାମିତ ହେଲା । ସେହି ବର୍ଷ

ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକର ବର୍ଣ୍ଣାଳିରେ କଳା ରେଖାସବୁ ଆବିଷ୍କୃତ ହେଲା । ୧୮୧୫ରେ ଜର୍ମାନ୍ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଫ୍ରାଉନ୍‌ହୋଫର୍ (Fraunhoffer) ସେଗୁଡିକର ତରଙ୍ଗଦୈର୍ଘ୍ୟ (Wavelength) ମାପି ସେମାନଙ୍କର ଏକ ବିଧିବଦ୍ଧ ତାଲିକା ପ୍ରସ୍ତୁତ କଲେ । ୧୮୫୯ରେ କିର୍ଶଫ୍ (Kirchoff) ଏବଂ ବୁନ୍‌ସେନ୍ (Bunsen) ଏହି ରେଖାମାନଙ୍କୁ ସୂର୍ଯ୍ୟର ଉପାଦାନମାନଙ୍କର ସ୍ୱାକ୍ଷର ବୋଲି ଚିହ୍ନଟ କଲେ । ନଭପିଣ୍ଡମାନଙ୍କର ବର୍ଣ୍ଣାଳିରୁ ସେମାନଙ୍କ ଉପାଦାନ ସବୁର ପରିଚୟ ଓ ଭାଗମାପ ଜାଣିବାର ବାଟ ଫିଟିଲା । ୧୮୩୮ରେ ଜର୍ମାନ୍ ଗାଣିତିକ ଓ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀ ବେସେଲ୍ (Bessel) 61Cyg ତାରାର ବାର୍ଷିକ ଲମ୍ବନ (Annual parallax) ମାପି ତାହାର ଦୂରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କଲେ । ଲମ୍ବନ ବିଧିର ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ତାରାମାନଙ୍କର ଦୂରତା ମାପିବାର ବାଟ ଫିଟିଲା । ସୂକ୍ଷ୍ମ ମାପରୁ ୟୁରେନସ୍‌ର ଗତିରେ କିଛି ତାରତମ୍ୟ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରାଗଲା ଏବଂ ଏହା ଅନ୍ୟ ଏକ ଅନାବିଷ୍କୃତ ଗ୍ରହର ଆକର୍ଷଣର ଫଳ ବୋଲି ସନ୍ଦେହ କରାଗଲା । ଇଂଲଣ୍ଡର ଆଡାମ୍‌ସ୍ (Adams) ଫ୍ରାନ୍‌ସ୍‌ର ଲଭେରିଅର୍ (Le Verrier) ଏହି ଗ୍ରହର କକ୍ଷ ହିସାବ କରି ଗ୍ରହଟିର ତାତ୍‌କାଳିକ ସ୍ଥିତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କଲେ । ଲଭେରିଅର୍‌ଙ୍କ ଗଣନା ଅନୁଯାୟୀ ବର୍ଲିନ୍‌ରେ ଗାଲେ (Galle) ଏବଂ ଦ ଆରେ (de Arret) ଏହି ଗ୍ରହଟିକୁ ଖୋଜି ଠାବ କଲେ । ଏହାର ନାମ ନେପ୍‌ଚ୍ୟୁନ୍ ରଖାଗଲା । ଏହି ଶତାବ୍ଦୀ ମଧ୍ୟରେ ବହୁ ନୂତନ ମାନମନ୍ଦିର ପ୍ରତିଷ୍ଠିତ ହେଲା । ଦୂରବୀକ୍ଷଣ ସହ ଫଟୋଗ୍ରାଫି, ବର୍ଣ୍ଣାଳି ଚିତ୍ରଣ ଓ ଦୀପ୍ତିମାନ ଯନ୍ତ୍ରମାନଙ୍କର ବ୍ୟବହାର ଦ୍ୱାରା ବହୁ ନୂତନ ତଥ୍ୟର ଆବିଷ୍କାରର ପଥ ପରିଷ୍କାର ହେଲା ।

ଖ୍ରୀ ୧୯୦୦-୨୦୦୦

୧୯୦୫ରେ ମାଉଣ୍ଟ୍ ୱିଲ୍‌ସନ୍ ମାନମନ୍ଦିର ପ୍ରତିଷ୍ଠା କରା ଗଲା । ୧୯୧୭ରେ ସେଠାରେ ସ୍ଥାପିତ ୨.୫ ମିଟର୍ ବ୍ୟାସର ପ୍ରତିଫଳକ ଦୂରବୀକ୍ଷଣ ସେବେଳର ସର୍ବଶ୍ରେଷ୍ଠ ଦୂରବୀକ୍ଷଣ ଥିଲା । ୧୯୧୨ରେ ଯୁକ୍ତରାଷ୍ଟ୍ର ଆମେରିକାର ମିସ୍ ଲୀଭିଟ (Miss Leavitt) ସେଫେଇଡ୍ ପରିବର୍ତ୍ତୀ ତାରାମାନଙ୍କର ଅନୁଶୀଳନ କରି ସେମାନଙ୍କ ଦୀପ୍ତି ଓ ଆବର୍ତ୍ତିକାଳ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ସୂତ୍ରର ସୂଚନା ଦେଲେ । ଏହି ସୂତ୍ର ଅବଲମ୍ବନ କରି ସେମାନଙ୍କ ଦୂରତା ମପା ଯାଇ ପାରିଲା । ସେହି ସମୟରେ ଡେନ୍‌ମାର୍କ୍‌ର ହର୍ଟ୍‌ସ୍ପ୍ରଙ୍ଗ୍ (Hertzsprung) ଓ ଆମେରିକାର ରସେଲ୍ (Russel) ତାରାମାନଙ୍କର ବର୍ଣ୍ଣାଳୀୟ ବର୍ଗ ସହ ସେମାନଙ୍କ ଦୀପ୍ତିର ସମ୍ବନ୍ଧ ସ୍ଥାପନ କଲେ । ଏହା ଏଚ୍‌ଆର୍ ଆରେଖ ନାମରେ ଖ୍ୟାତ ଏବଂ ଆଧୁନିକ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ଏକ ମାଇଲ୍ ଖୁଣ୍ଟ ଭାବେ ଗଣା ଯାଏ । ୧୯୧୭ରେ ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍‌ଙ୍କ ସାଧାରଣ ଆପେକ୍ଷିକ ତତ୍ତ୍ୱ ପ୍ରକାଶିତ ହେଲା । ଏହା ମହାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ରର ବାସ୍ତବ

ତତ୍ତ୍ୱ ରୂପେ ଗୃହୀତ ହେଲା ଏବଂ ଅତି ତୀବ୍ର ମହାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବସ୍ତୁର ଗତି ଏବଂ ଗୁଣଧର୍ମ ଇତ୍ୟାଦି ବିଷୟରେ ଗବେଷଣା ପାଇଁ ବାଟ ଫିଟିଲା । ଏହାର ବ୍ୟବହାର ଦ୍ୱାରା ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡର ପ୍ରସାରଣ, ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ତାରା ଏବଂ କୃଷ୍ଣ ବିବର ପରି ପିଣ୍ଡମାନଙ୍କର ତାତ୍ତ୍ୱିକ ଆଲୋଚନାର ପଥ ଉନ୍ମୁକ୍ତ ହେଲା ।

ଏହି ଶତାବ୍ଦୀ ମହାକାଶ ଯୁଗର ଜନକ । ପୃଥିବୀର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବନ୍ଧନରୁ ମୁକ୍ତି ଲାଭ କରି ମହାକାଶରେ ବିଚରଣ କରିବାର ଉପାୟ ବାହାରିବା ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ଦୂରବୀକ୍ଷଣବାହୀ ଉପଗ୍ରହମାନ ଭୂକକ୍ଷରେ ଅବସ୍ଥାପିତ ହେଲେ । ଫଳରେ ଅବଲୋହିତ, ପରାବାଇଗଣୀ, ଏକ୍ସ୍ ରଶ୍ମି ଓ ଗାମା ରଶ୍ମି ଦ୍ୱାରା ନଭପିଣ୍ଡମାନଙ୍କର ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ସମ୍ଭବ ହେଲା । ବର୍ଣ୍ଣାଳିର ଏହି ସବୁ ଭାଗ ବାୟୁମଣ୍ଡଳର ଅବଶୋଷଣ ହେତୁ ଭପୃଷ୍ଠରେ ପହଞ୍ଚି ପାରେ ନାହିଁ । ଆହୁରି ମଧ୍ୟ ରେଡାର୍ ଓ ରେଡିଓ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ବିକାଶ ବହୁ ନୂଆ ନୂଆ ତଥ୍ୟର ଆବିଷ୍କାର ପାଇଁ ବାଟ ଫିଟାଇଲା । ଗ୍ରହାନ୍ତର ଯାତ୍ରା, ଅନ୍ୟ ତାରା ନିକଟରେ ଗ୍ରହଜଗତ୍‌ର ସନ୍ଧାନ, ଅପାର୍ଥିବ ଜୀବଜଗତ୍ ଓ ଅପାର୍ଥିବ ସଭ୍ୟତାର ସନ୍ଧାନ ଆଦି କାର୍ଯ୍ୟକ୍ରମ ଏହି ସମୟରେ ସମ୍ଭବ ହୋଇ ପାରିଛି । ସବୁଠାରୁ ବଡ କଥା, ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ ଆଉ କେବଳ ମାନମନ୍ଦିରମାନଙ୍କରେ ସୀମିତ ହୋଇ ନାହିଁ । ଆଗ୍ରହୀ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀମାନଙ୍କର ଅବଦାନ ଏହାର ପ୍ରଗତିରେ ବିଶେଷ ସହାୟକ ହୋଇଛି । ଧୂମକେତୁ ଓ ଗ୍ରହାଣୁମାନଙ୍କର ସନ୍ଧାନରେ ଏମାନେ ବିଶେଷ ଭାଗ ନେଇଛନ୍ତି । ଏବେ ରେଡିଓ ଦୂରବୀକ୍ଷଣର ବ୍ୟବହାର କରି ଏମାନେ ବହିରାଗତ ରେଡିଓ ସଂକେତର ଠାବ କରିବାରେ ଲାଗିଛନ୍ତି । ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ ଏବେ ଏକ ଲୋକାଭିମୁଖୀ ବିଜ୍ଞାନ ଏବଂ ସେଥିରେ ସାଧାରଣ ଲୋକେ ଭାଗ ନେଇ ପାରନ୍ତି ।

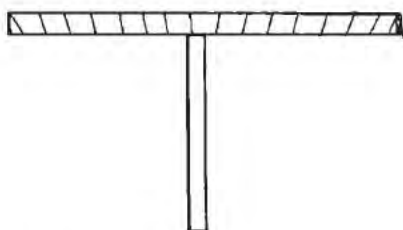
ସାମାଜିକ ଦିଗନ୍ତ

ଆମର ସାମାଜିକ ଜୀବନରେ ବହୁ ପରମ୍ପରା ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ ଉପରେ ପ୍ରତିଷ୍ଠିତ । ଧାର୍ମିକ ଓ ସାମାଜିକ ଜୀବନରେ ପାଞ୍ଜିର ଆବଶ୍ୟକତା ଆମେ ଅନୁଭବ କରୁ । ପାଞ୍ଜି ଗଣନାର ନିର୍ଭୁଲତା ପାଇଁ ତଥ୍ୟ ଏବଂ ତତ୍ତ୍ୱ, ଉଭୟର ସମାନ୍ତର ବିକାଶ ଆବଶ୍ୟକ । ପ୍ରାଚୀନ ଭୂସ୍ଥିରବାଦ ଏବଂ ଏପିସାଇକ୍ଲବାଦ ଏଥି ପାଇଁ ପର୍ଯ୍ୟାପ୍ତ ନୁହେଁ । ଆଧୁନିକ ମୂଳ ପଞ୍ଜିକାର (Ephemeris)ର ଗଣନା ଅଭ୍ରାନ୍ତ ହୋଇ ଥିବାରୁ ସମସ୍ତ ପାଞ୍ଜି ଗଣନାରେ ବ୍ୟବହାର ହେବା ଉଚିତ । ଭାରତର ରାଷ୍ଟ୍ରୀୟ ପଞ୍ଜିକା ଏହି ବିଧିରେ ଗଣିତ ହୋଇ ଥିବାରୁ ଅଧିକ ଦୃକ୍‌ସିଦ୍ଧ । ସୂର୍ଯ୍ୟ, ଚନ୍ଦ୍ର,ଗ୍ରହ, ତାରାମାନଙ୍କର ପ୍ରକୃତ ସ୍ୱରୂପ ଜଣା ପଡିବା ପରେ ସେମାନଙ୍କ ସହ ଜଡିତ ନାନା ଅଲୌକିକ ଗାଥା ଉପରେ ବିଶ୍ୱାସ ଧୂମିଳ ହୋଇ

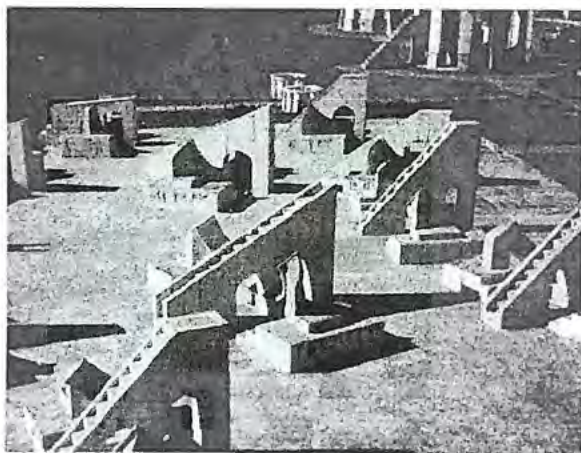
ଯାଉଛି । ରାଶିଚକ୍ରସ୍ଥିତ ତାରାପୁଞ୍ଜମାନଙ୍କର ଚେହେରା ନିଛକ ଚକ୍ଷୁଭ୍ରମ ବ୍ୟତୀତ ଆଉ କିଛି ନୁହେଁ । ବିଭିନ୍ନ ଦୂରତାରେ ଥିବା ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ତାରାଗୁଡିଏ ଖଗୋଳରେ ପ୍ରକ୍ଷେପିତ ହୋଇ ଏପରି ଆକାର ଧାରଣ କରନ୍ତି । ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କୌଣସି ପାରସ୍ପରିକ ସଂପର୍କ ନାହିଁ । ଚନ୍ଦ୍ର, ସୂର୍ଯ୍ୟ ବା ଅନ୍ୟ ଗ୍ରହ ଅମୁକ ରାଶିରେ ଅଛନ୍ତି କହିବାର ଏକ ମାତ୍ର ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟ ହେଲା ସେମାନେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦିଗରେ ଦେଖା ଯାନ୍ତି । ଏମାନଙ୍କ ସହ ଉକ୍ତ ତାରାମାନଙ୍କର କୌଣସି ସଂପର୍କ ନାହିଁ । ଏସବୁ ବିଷୟ ଜଣା ଯିବା ପରେ ଫଳିତ ଜ୍ୟୋତିଷର କେତେକ ମାନ୍ୟତା ଉପରେ ସନ୍ଦେହ ସୃଷ୍ଟି ହେବା ସ୍ୱାଭାବିକ । ସୃଷ୍ଟିତତ୍ତ୍ୱ ବିଷୟକ ପର୍ଯ୍ୟାଲୋଚନାରେ ଏବେ ପ୍ରାକୃତିକ ନିୟମସବୁକୁ ଅଧିକ ପ୍ରାଧାନ୍ୟ ଦିଆ ଯାଏ । ଏସବୁ ନିୟମ ଯେତେବେଳେ ଜଣା ନ ଥିଲା ସେତେବେଳେ ସୃଷ୍ଟିକୁ ଐଶ୍ୱରିକ ଚମତ୍କାର ଆଖ୍ୟା ଦିଆ ଯାଇଥିଲା । ଐଶ୍ୱରିକ ଚମତ୍କାରିତାକୁ ପ୍ରତ୍ୟାଖ୍ୟାନ କରନ୍ତୁ ଅଥବା ଉକ୍ତ ନିୟମଗୁଡିକୁ ତାହା ସହ ଚିହ୍ନିତ କରନ୍ତୁ ଏହା ବ୍ୟକ୍ତି ବିଶେଷର ରୁଚି ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ମାତ୍ର ଏହି ନିୟମଗୁଡିକର କାର୍ଯ୍ୟକାରିତା ବିଷୟରେ ସନ୍ଦେହର ଅବକାଶ ନାହିଁ । ଏହି ନିୟମମାନ ଶାଶ୍ୱତ, ସ୍ୱତଃସିଦ୍ଧ ଏବଂ ଏହାର ନିପାତନ ନାହିଁ । କେବଳ ଏହି ନିୟମମାନଙ୍କ ମାଧ୍ୟମରେ ସୃଷ୍ଟିର ସମସ୍ତ ବୈଚିତ୍ର୍ୟର ସମାଧାନ ଖୋଜା ଚାଲିଛି । ସୃଷ୍ଟି ବାହାରେ ଥିବା କୌଣସି ସ୍ରଷ୍ଟାର ଆବଶ୍ୟକତା ଅନୁଭୂତ ହେଉନାହିଁ । ଉପନିଷଦ୍ ପ୍ରଚାରିତ ମତବାଦରେ ସୃଷ୍ଟି ଓ ସ୍ରଷ୍ଟାର ଅଭେଦତା ପ୍ରମାଣ କରା ଯାଇଛି । ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନ ଓ ଜୀବ ବିଜ୍ଞାନର ମୌଳିକ ତାତ୍ତ୍ୱିକ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣ ସେହି ଦିଗରେ ଗତି କରୁଥିବାର ଲକ୍ଷ୍ୟ କରାଯାଏ । ମାନବିକ ଚିନ୍ତାଧାରାର ଏହି ବିପ୍ଳବରେ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ ସବୁଠାରୁ ଆଗରେ । ବିଶ୍ୱ ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡରେ ଆମର ସ୍ଥାନ ସଂପର୍କିତ ଧାରଣାରେ ଆମୂଳ ପରିବର୍ତ୍ତନ ପରିଲକ୍ଷିତ ହୁଏ । ଆରିଷ୍ଟଟଲ୍‌ଙ୍କ ଭୂକେନ୍ଦ୍ରିକ ବିଶ୍ୱବାଦ ମାନବକେନ୍ଦ୍ରିକ ଥିଲା । ଆମେ ସଂସାରର ସର୍ବଶ୍ରେଷ୍ଠ ଜୀବ ତେଣୁ ଆମର ବାସସ୍ଥଳୀ ଏହି ପୃଥିବୀ ବିଶ୍ୱର କେନ୍ଦ୍ର ହେବା ସ୍ୱାଭାବିକ । କୋପର୍ନିକସ୍ ଓ ଗାଲିଲିଓ ଏହାର ପ୍ରତିବାଦ କଲେ । ଆଧୁନିକ ମତ ଅନୁସାରେ କୋଟି କୋଟି ଗାଲକ୍ସି ମଧ୍ୟରେ ଗୋଟିଏ ଛାୟାପଥ ଗାଲାକ୍ସି, ସେଥିରେ ଥିବା କୋଟି କୋଟି ତାରାଙ୍କ ଭିତରେ ବାମନ ତାରାଟିଏ ଆମ ସୂର୍ଯ୍ୟ । ତା ଚାରିପଟେ ଘୂରୁଥିବା ନ' ଟି ଗ୍ରହ ଭିତରେ ଗୋଟିଏ ଆମ ଏଇ ପୃଥିବୀ । ବିଶ୍ୱ ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡ ତୁଳନାରେ କେତେ ନଗଣ୍ୟ ! ଆମେ ଅନ୍ୟ ଗ୍ରହରେ ଅତୀତ ବା ବର୍ତ୍ତମାନ ଜୀବସତ୍ତାର ସନ୍ଧାନ କରୁଛୁ । ଅନ୍ୟ ତାରାମାନଙ୍କ ପାଖରେ ଥିବା ଗ୍ରହଜଗତ୍‌ର ଠାବ ଖୋଜି ବୁଲୁଛୁ । ସେଠାରେ ଆମରି ପରି ବା ଆହୁରି ଉନ୍ନତତର ସଭ୍ୟତାର ସନ୍ଧାନ ଆରମ୍ଭ କରିଛୁ । ଏସବୁ କେବଳ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ ଦ୍ୱାରାହିଁ ସମ୍ଭବ ହୋଇଛି । ଏସବୁ ବିଭାଗରେ ସାଧାରଣ

ଆଗ୍ରହୀ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀମାନେ ଅଧିକରୁ ଅଧିକ ଭାଗ ନେଉଛନ୍ତି ।

ଗୀତାରେ ଅର୍ଜୁନଙ୍କୁ ବିଶ୍ୱରୂପ ଦେଖାଇବା ଆଗରୁ ଶ୍ରୀକୃଷ୍ଣ ତାଙ୍କୁ ଦିବ୍ୟଚକ୍ଷୁ ଦେଇଥିଲେ । ଆଜି ଏହି ବିଶ୍ୱର ବିରାଟ ରୂପ ଦେଖିବା ପାଇଁ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ ମଣିଷ ଜାତିର ଦିବ୍ୟ ଚକ୍ଷୁର କାମ ଦେଉଛି । ବିଶ୍ୱବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡର ଏହି ବିରାଟ ରୂପ ସଂଦର୍ଶନ କରି ମଣିଷ ଜାତି ଜାଣି ପାରିବ ଯେ ଏ ସବୁ କେବଳ ତାହାରି ବ୍ୟବହାର ପାଇଁ ଉଦିଷ୍ଟ ବୋଲି ବିଚାର କରିବା ତାହାର ଧୃଷ୍ଟତା ମାତ୍ର ।



ଚିତ୍ର ୧.୧ ସାମନ୍ତଙ୍କ ମାନଯନ୍ତ୍ର



ଚିତ୍ର ୧.୨ ଜୟପୁରର ଯନ୍ତର୍ ମନ୍ତର୍

ବିଶ୍ୱବାଦ (Worldview)

ଏକ ଯୁକ୍ତିଯୁକ୍ତ ଏବଂ ଦୃକ୍‌ସିଦ୍ଧ ବିଶ୍ୱବାଦର ପ୍ରତିଷ୍ଠା ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ଅନ୍ୟତମ ଲକ୍ଷ୍ୟ । ପରିବେଶକୁ ବୁଝିବାର ଏହା ଏକ ଆଦିମ ପ୍ରୟାସ । ମାନବ ସଭ୍ୟତାର ବିକାଶରେ ବିଶ୍ୱବାଦର ବିକାଶ ଏକ ମୁଖ୍ୟ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରିଛି । ସଭ୍ୟତାର ଶୈଶବାବସ୍ଥାରେ ଯାହା ଦିଶୁଥିଲା ତାହାକୁହିଁ ବାସ୍ତବତା ବୋଲି ଧରି ନିଆଗଲା, ପୃଥିବୀର ଆକାର ଚେପ୍‌ଟା, ପୃଥିବୀର ସ୍ଥିତି ବିଶ୍ୱ ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡର କେନ୍ଦ୍ରରେ, ଆଦି । ଗ୍ରୀସ୍ ଦେଶରେ ଏକ ପ୍ରାଚୀନ ବିଶ୍ୱାସ ଥିଲା ଯେ ଆକାଶଟା ପୃଥିବୀ ଉପରେ ଏକ ସଛିଦ୍ର ଅର୍ଦ୍ଧଗୋଲାକାର ଢାଙ୍କୁଣି ଏବଂ ଏହା ବାହାରେ ଏକ ନିଆଁ ଜଳୁଛି । ତାରାମାନେ ସେଇ ନିଆଁର ବିମ୍ବ, ଆକାଶର ଛିଦ୍ରବାଟେ ଆମକୁ ଦିଶୁଛନ୍ତି । କେତେକ ମତରେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଓ ଚନ୍ଦ୍ର ନିତି ମରନ୍ତି ଓ ପୁଣି ସକାଳୁ ଜନ୍ମ ନିଅନ୍ତି । ଆମର ପୌରାଣିକ ଗାଥାରେ ପୃଥିବୀ ସପ୍ତ ଦ୍ୱୀପ ଓ ସପ୍ତ ସମୁଦ୍ରର ସମାହାର ଏବଂ ଏ ସମସ୍ତେ ମେରୁ ପର୍ବତର ଚାରିଆଡେ ସମକେନ୍ଦ୍ରୀ ଭାବେ ଅଛନ୍ତି । ଗ୍ରହଣ ଓ ପରାଗର କାରଣ ରାହୁ କେତୁ ନାମକ ଦୁଇଟି ଅସୁର, ପୂର୍ବ କଳହ ହେତୁ ଚନ୍ଦ୍ର ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କୁ ଗିଳି ଦିଅନ୍ତି ପୁଣି ବାନ୍ତି କରନ୍ତି । ଚୀନ୍ ଦେଶର ମିଥକ ଅନୁସାରେ ଏକ ଡ୍ରାଗନ୍ ଗ୍ରହଣ କାଳରେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଚନ୍ଦ୍ରଙ୍କୁ ଗିଳି ଦିଏ । ଖ୍ରୀ.ପୂ. ଚତୁର୍ଥ ଶତକରେ ଗ୍ରୀକ୍ ଦାର୍ଶନିକ ଆରିଷ୍ଟଟ୍‌ଲ୍ ପ୍ରମାଣ କଲେ ଯେ ପୃଥିବୀର ଆକାର ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର । ସେ ନିମ୍ନଲିଖିତ କେତେକ ପ୍ରମାଣ ଦେଇଥିଲେ ।

ପୃଥିବୀର ଗୋଳତ୍ୱ ପ୍ରମାଣ-

୧. ଗ୍ରହଣ ବେଳେ ଚନ୍ଦ୍ର ଉପରେ ପୃଥିବୀର ଛାଇ ସର୍ବଦା ଗୋଲ ।

ଗ୍ରହଣର କାରଣ ରାହୁ, କେତୁ ମାନିଲେ ଉକ୍ତ ଯୁକ୍ତି ଅସାର ।

୨. ଜାହାଜ ଦୂରରୁ ଆସିଲାବେଳେ ଆଗ ମାସ୍ତୁଲ ଦିଶେ, ପରେ ତଳ ଭାଗ ଦିଶେ ।

୩ ସୂର୍ଯ୍ୟ, ଚନ୍ଦ୍ର,ଗ୍ରହ ନକ୍ଷତ୍ରାଦିର ଉଦୟାସ୍ତ । ପୁରାଣ ମତରେ ପୃଥିବୀ ଚେପ୍‌ଟା ଏବଂ ମେରୁ ପର୍ବତ ପଛରେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଲୁଚିବା ଦିନରାତିର କାରଣ । ଏହାର ପ୍ରତିବାଦରେ ଭାସ୍କରାଚାର୍ଯ୍ୟଙ୍କ ଯୁକ୍ତି-

ଯଦି ନିଶାଜନକଃ କନକାଚଳଃ, କିମୁ ତଦନ୍ତଗଃ ସ ନ ଦୃଶ୍ୟତେ ।

ଉଦୟଗଂ ନନୁ ମେରୁରଥାଂଶୁମାନ୍, କଥମୁଦେତି ସ ଦକ୍ଷିଣଭାଗତଃ । (ସିଦ୍ଧାନ୍ତ କୌମୁଦୀ)

ମେରୁ ପର୍ବତ ଯଦି ରାତିର କାରଣ, ତେବେ ସେ ଦିଶୁ ନାହିଁ କାହିଁକି ? ସୂର୍ଯ୍ୟ ଦକ୍ଷିଣ ଆକାଶରେ ଉଦୟ ହୁଅନ୍ତି କପରି?

ଭାରତୀୟ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଗ୍ରନ୍ଥମାନେ ପୃଥିବୀର ଗୋଳତ୍ୱ ପ୍ରତିପାଦନରେ ଏକମୁଖ । କଲମ୍ବସ୍‌ଙ୍କ ସମୟର (ଖ୍ରୀଷ୍ଟ ୧୫ଶ ଶତାବ୍ଦୀ) ପାଶ୍ଚାତ୍ୟ ଜଗତ୍‌ରେ ଏ ବିଷୟରେ ସନ୍ଦେହ ଥିଲା । ଖ୍ରୀ.ପୂ. ଦ୍ୱିତୀୟ ଶତାବ୍ଦୀରେ ଆଲେକ୍‌ଜାଣ୍ଡ୍ରିଆର ଏରାଟୋସ୍ଥିନିସ୍ ପ୍ରଥମେ ପୃଥିବୀର ଆୟତନ ହିସାବ କଲେ । ସେ ଶୁଣିଲେ ଯେ ଜୁନ୍ ୨୧ ତାରିଖରେ ଖାର୍ଟୁମ୍‌ରେ ଏକ ଗଭୀର କୂପର ତଳେ ଖରା ପଡେ । ସେହିଦିନ ଆଲେକ୍‌ଜାଣ୍ଡ୍ରିଆରେ ସୂର୍ଯ୍ୟର ନତାଂଶ ମାପିଲେ ଏବଂ ଖାର୍ଟୁମ୍ ଆଲେକ୍‌ଜାଣ୍ଡ୍ରିଆ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତାର ଆକଳନରୁ ପୃଥିବୀର ପରିଧି ହିସାବ କଲେ ।

ପୃଥିବୀର ଗତି ବନାମ ଭୂସ୍ଥିରବାଦ

ପୃଥିବୀର ତିନିଟି ଗତି, ଦୈନିକଗତି, ବାର୍ଷିକ ଗତି ଓ ଅକ୍ଷ ଗତି । ଭୂସ୍ଥିରବାଦରେ ଏସବୁର ଅସ୍ୱୀକାର କରାଯାଏ । ପୃଥିବୀ ଏ ବିଶ୍ୱ ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡର ମଧ୍ୟ ସ୍ଥଳରେ ସ୍ଥିର ରହିଛି ବୋଲି ଏକ ମୌଳିକ ସ୍ୱୀକାର ଗ୍ରହଣ କରାଯାଏ । ପରେ ଏହା ଏକ ଧାର୍ମିକ ବିଶ୍ୱାସରେ ପରିଣତ ହେଲା ଏବଂ ଏହା ବିପକ୍ଷରେ ସ୍ୱର ଉତ୍ତୋଳନ ଏକ ଦଣ୍ଡନୀୟ ଅପରାଧ ଭାବେ ଗୃହୀତ ହେଲା ।

ଦୈନିକ ଗତି

ଏହା ଯୋଗୁ ସାରା ଆକାଶର ଏକ ଦୈନିକ ଗତି ଦେଖାଯାଏ । ପ୍ରାଚୀନମାନେ ଏହି ଗତିକୁ ବାସ୍ତବ ମନେ କରୁଥିଲେ । ଭାରତର ଆର୍ଯ୍ୟଭଟ୍ଟ ପ୍ରଥମେ ଏହାକୁ ଏକ ଆପେକ୍ଷିକ ଗତି ବୋଲି ମତ ଦେଲେ । ତାଙ୍କ ପ୍ରଣୀତ ଆର୍ଯ୍ୟଭଟ୍ଟୀୟମ୍‌ରେ ସେ ଲେଖିଛନ୍ତି ଖ୍ରୀ. (୫ମ ଶତାବ୍ଦୀ)

ଅନୁଲୋମଗତିର୍ନୌସ୍ଥଃ ପଶ୍ୟତ୍ୟଚଳଂ ବିଲୋମଗଂ ଯଦ୍‌ବତ୍
ଅଚଳାନି ଭାନ୍ତି ତଦ୍‌ବତ୍ ସମପଶ୍ଚିମଗାନି ଲଙ୍କାୟାମ୍ ।

ପ୍ରାୟ ଦୁଇଶହ ବର୍ଷ ପରେ ବ୍ରହ୍ମଗୁପ୍ତ ଖଣ୍ଡଖାଦ୍ୟକ ଗ୍ରନ୍ଥରେ(୭ମ ଶତାବ୍ଦୀ) ଏହି ମତର ତୀବ୍ର ପ୍ରତିବାଦ କଲେ । ତାଙ୍କର ଯୁକ୍ତି ଥିଲା ଯେ ପୃଥିବୀ ଏତେ ବେଗରେ ପଶ୍ଚିମରୁ ପୂର୍ବକୁ ଘୂରିଲେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ଘଟଣାମାନ ଅବଶ୍ୟ ଘଟିବ ।

୧. ଉଚ୍ଚରୁ ପଡିବା ପଥର ଖଣ୍ଡ ସିଧା ତଳକୁ ନ ପଡି ପଶ୍ଚିମକୁ ଘୁଞ୍ଚି ପଡିବ ।

୨. ପୂର୍ବରୁ ପଶ୍ଚିମକୁ ପ୍ରବଳ ପବନ ବହିବ, ଫଳରେ ମନ୍ଦିରର ପତାକା ସର୍ବଦା ପଶ୍ଚିମ ଆଡକୁ ଉଡିବ ।

୩. ଘୂର୍ଣ୍ଣନର ପ୍ରଭାବ ହେତୁ ପୃଥିବୀ ସହ ଅସଂଲଗ୍ନ ବସ୍ତୁମାନ ବାହାରକୁ ଛିଟିକି ଯିବେ ।

ଏସବୁ ଘଟୁନାହିଁ, ତେଣୁ ପୃଥିବୀର ଘୂର୍ଣ୍ଣନବାଦ ଭ୍ରମାତ୍ମକ । ଭାରତୀୟ ପାରମ୍ପରିକ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀମାନେ ତାଙ୍କର ଏହି ଭୂସ୍ଥିରବାଦ ଗ୍ରହଣ କରିନେଇଥିଲେ । ୧୨୦୦ବର୍ଷ ପରେ ସାମନ୍ତ ଚନ୍ଦ୍ରଶେଖର ଏ ବିଷୟରେ ବିଶଦ ଚର୍ଚ୍ଚା କଲେ ଏବଂ ଏହି ସବୁ ଯୁକ୍ତି ଦ୍ୱାରା ପୃଥିବୀର ସ୍ଥିରତ୍ୱ ପ୍ରମାଣ କରିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କଲେ । ଆଧୁନିକ ବିଜ୍ଞାନର ପରିପ୍ରେକ୍ଷିରେ ଏସବୁର ବିଚାର କରିବା ।

୧. ପଥର ଖଣ୍ଡଟି ଉଚ୍ଚସ୍ଥାନରେ ଥାଇ ପୃଥିବୀ ସହ ସମବେଗରେ ଗତି କରୁଥିଲା, ଏବଂ ତଳକୁ ପଡିବା ବେଳେ ତାହାର ଏହି ଅଗ୍ରଗତି ଅବ୍ୟାହତ ଥିଲା । ତେଣୁ ତାହା ସିଧା ତଳେ ପଡିଲା ।
୨. ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ପୃଥିବୀ ସହ ସମବେଗରେ ଘୂରୁଛି , ଆପେକ୍ଷିକ ଗତି ନଥିବାରୁ ବାୟୁବେଗ ଅନୁଭୂତ ହୁଏନାହିଁ ।
୩. ପୃଥିବୀର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ହେତୁ ଅସଂଲଗ୍ନ ବସ୍ତୁ ଛିଟିକି ଯାଉନାହିଁ ।

ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଉପରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନର ପ୍ରଭାବ Ferrels law ଦ୍ୱାରା ପ୍ରମାଣିତ । ଚକ୍ରବାତରେ ବାୟୁର ଗତି ଉତ୍ତର ଗୋଲାର୍ଦ୍ଧରେ ବାମାବର୍ତ୍ତ ଏବଂ ଦକ୍ଷିଣ ଗୋଲାର୍ଦ୍ଧରେ ଦକ୍ଷିଣାବର୍ତ୍ତ ହୁଏ। ବାଣିଜ୍ୟବାୟୁର ଦିଗ ଉତ୍ତର-ଦକ୍ଷିଣ ନ ହୋଇ ଉତ୍ତର ଗୋଲାର୍ଦ୍ଧରେ ଉତ୍ତର-ପୂର୍ବ ଏବଂ ଦକ୍ଷିଣ ଗୋଲାର୍ଦ୍ଧରେ ଦକ୍ଷିଣ-ପୂର୍ବ ହୁଏ । ପୃଥିବୀର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ହେତୁ ଏକ କେନ୍ଦ୍ରାପସାରୀ ବଳ ଅନୁଭୂତ ହୁଏ । ସୂକ୍ଷ୍ମ ମାପ ଦ୍ୱାରା ଏହା ପ୍ରମାଣିତ । ପୃଷ୍ଠ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳ ଉପରେ ଅକ୍ଷାଂଶର ପ୍ରଭାବ ଦୁଇଟି କାରଣରୁ ହୁଏ, ଯଥା, ଅକ୍ଷାଂଶ ଭେଦରେ ପୃଥିବୀର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧର ତାରତମ୍ୟ ଏବଂ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ବେଗର ଫରକ । ଆମର ପାରମ୍ପରିକ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ସବୁ ସନ୍ଦେହର ଉପଯୁକ୍ତ ସମାଧାନ ଥିବାରୁ ପୃଥିବୀର ଦୈନିକ ଗତି ସ୍ୱୀକାର କରିବାରେ କୌଣସି ବାଧା ନାହିଁ । ବ୍ରହ୍ମଗୁପ୍ତଙ୍କ ସମୟରେ ମହାକର୍ଷଣ ତତ୍ତ୍ୱ ଜଣା ନଥିଲା । ଆଜି ଆମେ ଜାଣୁ ଯେ ପୃଥିବୀର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ବଳରେ ବାନ୍ଧି ହୋଇ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ସମଗତିରେ ଘୂରୁଛି ।

ବାର୍ଷିକ ଗତି

ପୃଥିବୀ ନିଜ କକ୍ଷ ପଥରେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ପରିକ୍ରମା କରେ, ସମୟ ଲାଗେ ଏକବର୍ଷ । ଖ୍ରୀ.ପୂ.୨ୟ ଶତାବ୍ଦୀରେ ଗ୍ରୀକ୍ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀ Aristarchus ଏହି ମତ ପ୍ରଚାର କଲେ ମାତ୍ର ପ୍ରମାଣ ଦେଇ ପାରି ନଥିଲେ । ଖ୍ରୀ.୧୫ଶ ଶତାବ୍ଦୀରେ ପୋଲାଣ୍ଡର କୋପର୍ନିକସ୍ ଏହାର ପୁନଃପ୍ରବର୍ତ୍ତନ କଲେ । ତାଙ୍କ ମତରେ ପୃଥିବୀ ଏକ ସାଧାରଣ ଗ୍ରହ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ଗ୍ରହମାନଙ୍କ ପରି ବୃତ୍ତାକାର କକ୍ଷରେ ସୂର୍ଯ୍ୟ

ପରିକ୍ରମା କରେ । ୧୭ଶ ଶତାବ୍ଦୀର ଆରମ୍ଭରେ କେପ୍ଲର୍ ଗ୍ରହକକ୍ଷର ରୂପ ଉପବୃତ୍ତ ବୋଲି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ଗ୍ରହଗତିର ତିନିଟି ନିୟମ ପ୍ରଚଳନ କଲେ । ୧୭ଶ ଶତାବ୍ଦୀର ଶେଷ ଭାଗକୁ ନିଉଟନ୍ ଦେଖାଇଲେ ଯେ କେପ୍ଲରୀୟ କକ୍ଷମାନ ମହାକର୍ଷଣ ତତ୍ତ୍ୱର ଫଳ ।

ଏହାପରେ ସୂର୍ଯ୍ୟକେନ୍ଦ୍ରିକ ସୌରଜଗତ୍ ସର୍ବାଦୃତ ହେଲା ।

ଭୂସ୍ଥିରବାଦ

ପୃଥିବୀ ସାରା ବିଶ୍ୱର କେନ୍ଦ୍ରରେ ଅବସ୍ଥିତ ଏବଂ ସୂର୍ଯ୍ୟ, ଚନ୍ଦ୍ର, ଗ୍ରହ ନକ୍ଷତ୍ରାଦି ବୃତ୍ତାକାର କକ୍ଷରେ ଏହାର ପରିକ୍ରମା କରନ୍ତି ।

ସୁବିଧା

ଏହା ମୋଟାମୋଟି ଦୃକ୍‌ସିଦ୍ଧ ।

ଅସୁବିଧା

୧. ଗ୍ରହର ବେଗରେ ସାମୟିକ ପାର୍ଥକ୍ୟ । ଏହାର କୌଣସି ସମାଧାନ ଏହି ବାଦରେ ନାହିଁ ।

୨. ମଙ୍ଗଳର ବକ୍ରାତିଚାର (Retrograde motion)ର ସମାଧାନ ନାହିଁ ।

୩. ବୁଧ ଓ ଶୁକ୍ରର ଅପସଂଯୋଗ (Opposition) ହୁଏନାହିଁ । (ଚିତ୍ର ୨.୨ ଦେଖନ୍ତୁ)

ଅକ୍ଷଗତ

ଏହା ହେତୁ ଅୟନ ଚଳନ ହୁଏ । ଭାରତୀୟ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀମାନେ ଏହା ସହ ପରିଚିତ ଥିଲେ । ଖ୍ରୀ.ପୂ. ଦ୍ୱିତୀୟ ଶତାବ୍ଦୀରେ ଗ୍ରୀକ୍ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀ ହିପାର୍କସ୍ ଏହାର ଆବିଷ୍କାର କରିଥିଲେ । ଆଧୁନିକ ମତରେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଓ ଚନ୍ଦ୍ରର ମହାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପୃଥିବୀର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଏହି ଗତିର କାରଣ ବୋଲି ଜଣାଯାଇଛି ।

ଟଲେମିଙ୍କ ଏପିସାଇକ୍ଲବାଦ (ଚିତ୍ର ୨.୩)

ଗ୍ରହକକ୍ଷର କେନ୍ଦ୍ର ବୃତ୍ତାକାର କକ୍ଷରେ ପୃଥିବୀ ପରିକ୍ରମା କରେ । ଏଥିରୁ ଗ୍ରହର ବେଗରେ ସାମୟିକ ତାରତମ୍ୟ ବୁଝା ପଡିଲା । ଭାରତୀୟ ମତରେ ମନ୍ଦ, ଉଚ୍ଚ ଓ ପାତ ନାମକ ଅସୁର ଏହାର କାରଣ । ଭାରତୀୟ ପାରମ୍ପରିକ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ଗଣିତର ମୂଳଭିତ୍ତି ଏହି ଏପିସାଇକ୍ଲ ବାଦ ବୋଲି ଅନେକଙ୍କ ମତ, ମାତ୍ର ଅନେକେ ଏଥିରେ ଏକମତ ହୁଅନ୍ତି ନାହିଁ ।

କୋପର୍ନିକସଙ୍କ ସୌରକେନ୍ଦ୍ରିକ ମତ (ଚିତ୍ର ୨.୪)

ପୃଥିବୀ ଏକ ଗ୍ରହ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ଗ୍ରହମାନଙ୍କ ସହ ବୃତ୍ତାକାର କକ୍ଷରେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ପରିକ୍ରମା କରେ । ସୂର୍ଯ୍ୟକୁ ସୌରଜଗତ୍‌ର କେନ୍ଦ୍ରରେ ରଖାଗଲା । ବିଶେଷ ଫଳପ୍ରଦ ହେଲାନାହିଁ। ଗ୍ରହଗତିର ଗଣନା ପାଇଁ ଟଲେମିବାଦ ପରି ବହୁ ଏପିସାଇକ୍ଲର ଆବଶ୍ୟକତା ପଡିଲା । ଏହପରି ଏକ ମତବାଦ ଖ୍ରୀ.ପୂ . ଦ୍ୱିତୀୟ ଶତାବ୍ଦୀରେ ଗ୍ରୀକ୍ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀ ଆରିଷ୍ଟାର୍କସ୍ ପ୍ରଚାର କରିଥିଲେ, ମାତ୍ର ପ୍ରମାଣ ଅଭାବରୁ ତାହା ଗ୍ରହଣୀୟ ହୋଇ ନଥିଲା । କୋପର୍ନିକସ୍ ତାଙ୍କ ମତବାଦ ପ୍ରକାଶ କଲାବେଳକୁ ଭୂସ୍ଥିରବାଦ କାଥଲିକ୍ ଧର୍ମବିଶ୍ୱାସର ଏକ ବିଶେଷ ଅଙ୍ଗ ଭାବେ ପରିଗଣିତ ହେଉଥିଲା ଏବଂ ଏହାର ବିରୁଦ୍ଧବାଦ ଧାର୍ମିକ ଅନୁଶାସନର ପରିସରଭୁକ୍ତ ହୋଇଥିଲା । ପରେ ଏହାର ପରିବର୍ଦ୍ଧିତ ରୂପ ବିଜ୍ଞାନ ଜଗତ୍‌ରେ ଗୃହୀତ ହେବାପରେ ଏହାକୁ କୋପର୍ନିକୀୟ ବିପ୍ଳବ ଭାବେ ଗଣନା କରାଗଲା । ଅନ୍ଧବିଶ୍ୱାସର ପରିଧି ଭିତରୁ ବୈଜ୍ଞାନିକ ସତ୍ୟର ଉଦ୍ଧାର ଏହି ବିପ୍ଳବର ମୂଳମନ୍ତ୍ର ।

ଟାଇକୋବ୍ରାହେଙ୍କ ଭୂକେନ୍ଦ୍ରିକ ସୌରଜଗତ୍

ପୃଥିବୀର ଗତି ହେତୁ ସ୍ଥିରତାରାମାନଙ୍କର ଲମ୍ବନ ଦେଖାଯିବା କଥା । ଡେନ୍‌ମାର୍କର ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀ ଟାଇକୋବ୍ରାହେ ଏହି କାରଣରୁ କୋପର୍ନିକସଙ୍କ ମତକୁ ପ୍ରତ୍ୟାଖ୍ୟାନ କରି ନିଜର ଏକ ଭୂକେନ୍ଦ୍ରିକବାଦ ପ୍ରଚାର କଲେ । ତାଙ୍କର ବହୁ ପୂର୍ବରୁ ଭାରତର ନୀଳକଣ୍ଠ ଶାସ୍ତ୍ରୀ ଏହିପରି ଏକ ମତ ପୋଷଣ କରିଥିଲେ । ଏହାଦ୍ୱାରା ବୁଧ ଓ ଶୁକ୍ରର ସର୍ବଦା ସୂର୍ଯ୍ୟ ଦିଗରେ ରହିବାର ସରଳ ସମାଧାନ ହେଲା । ଏହି ମତରେ ଅନ୍ୟ ସବୁ ଗ୍ରହ ସୂର୍ଯ୍ୟ ପରିକ୍ରମା କରନ୍ତି ଏବଂ ଏ ସମସ୍ତଙ୍କୁ ନେଇ ସୂର୍ଯ୍ୟ ପୃଥିବୀ ପରିକ୍ରମା କରେ । ଗ୍ରହମାନଙ୍କର କକ୍ଷର ଆକାର ଥିଲା ବୃତ୍ତାକାର । ମଙ୍ଗଳର ବକ୍ରାତିଚାର ଏଥିରେ ସମସ୍ୟା ସୃଷ୍ଟି କଲା । ଟାଇକୋବ୍ରାହେ ତାଙ୍କର ଶିଷ୍ୟ ୟୋହାନ୍ କେପ୍ଲର୍‌ଙ୍କୁ ମଙ୍ଗଳ ଗତିର ସମାଧାନ କରିବାକୁ କହିଲେ । ଟାଇକୋଙ୍କ ମୃତ୍ୟୁ ପରେ କେପ୍ଲର୍ ତାଙ୍କ ମାପରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ତଥ୍ୟରୁ ଗ୍ରହଗତିର ତିନିଟି ନିୟମ ପ୍ରଣୟନ କଲେ । ତାଙ୍କର ମତବାଦ କିନ୍ତୁ କୋପର୍ନିକସ୍‌ଙ୍କ ପରି ସୂର୍ଯ୍ୟକେନ୍ଦ୍ରିକ ଥିଲା ।

ସାମନ୍ତ ଚନ୍ଦ୍ରଶେଖରଙ୍କ ଭୂକେନ୍ଦ୍ରିକ ସୌରଜଗତ୍

ଏଥିରେ ପୃଥିବୀ ସ୍ଥିର ମାତ୍ର ଚନ୍ଦ୍ର ବ୍ୟତୀତ ଅନ୍ୟ ଗ୍ରହମାନେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ପରିକ୍ରମା କରନ୍ତି । ପରିକ୍ରମା କକ୍ଷମାନ ଉପବୃତ୍ତାକାର । ସବୁ ଗ୍ରହଙ୍କୁ ସଙ୍ଗରେ ନେଇ ସୂର୍ଯ୍ୟ ପୃଥିବୀ ପରିକ୍ରମା କରେ । ଆଧୁନିକ ଗଣନା ପଦ୍ଧତି ତାତ୍ତ୍ୱିକ ଦୃଷ୍ଟିରୁ ଏହାର ବିରୋଧାଚରଣ କଲେ ମଧ୍ୟ ବ୍ୟାବହାରିକ ଦୃଷ୍ଟିରୁ ଏହା ସହ

ସମାନ । ଏଥିରେ ଚନ୍ଦ୍ର ଏବଂ ସୂର୍ଯ୍ୟର ଗତି ଭୂକେନ୍ଦ୍ରିକ ମତରେ ଗଣନା କରାଯାଏ । ଅନ୍ୟ ଗ୍ରହମାନଙ୍କ ଗତି ସୂର୍ଯ୍ୟକେନ୍ଦ୍ରିକ ରୀତିରେ ଗଣନା କରି ତାହାକୁ ଭୂକେନ୍ଦ୍ରିକ ସ୍ଥାନାଙ୍କକୁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାହୁଏ । ସାମନ୍ତ ଚନ୍ଦ୍ରଶେଖର ଏହି ମତ ପ୍ରଣୟନ କରିଥିଲେ ବି ନିଜେ ବ୍ୟବହାର କରି ନ ଥିଲେ ବା କକ୍ଷର ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟମାନଙ୍କ ବିଷୟରେ କିଛି ଉଲ୍ଲେଖ କରି ନାହାନ୍ତି ।

କେପ୍ଲରଙ୍କ ସୂର୍ଯ୍ୟକେନ୍ଦ୍ରିକ ବାଦ (ଚିତ୍ର ୨.୫)

ଏହି ମତରେ ପୃଥିବୀ ସହ ଅନ୍ୟ ସମସ୍ତ ଗ୍ରହ ଉପବୃତ୍ତାକାର କକ୍ଷରେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ପରିକ୍ରମା କରନ୍ତି । ସୂର୍ଯ୍ୟ ଏହି ଉପବୃତ୍ତମାନଙ୍କର ଗୋଟିଏ ଫୋକସ୍‌ରେ ଅବସ୍ଥିତ । ସୂର୍ଯ୍ୟ ସହ ଗ୍ରହକୁ ସଂଯୋଗକାରୀ ସଦିଶ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ (Radius vector) ସମାନ ସମୟରେ ସମାନ ପରିମାଣ କ୍ଷେତ୍ର ଉତ୍ପନ୍ନ କରେ । ତେଣୁ ଗ୍ରହର ଗତି ସଦା ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ, ବୃତ୍ତାକାର କକ୍ଷପରି ସମାନ ନୁହେଁ । କେପ୍ଲରଙ୍କ ତୃତୀୟ ନିୟମ ଅନୁସାରେ ଗ୍ରହମାନଙ୍କର ଆବର୍ତ୍ତିକାଳର(period) ବର୍ଗ ସେମାନଙ୍କ ଦୀର୍ଘ ଅକ୍ଷାର୍ଦ୍ଧର (semi major axis) ଘନ ସହ ସମାନୁପାତିକ । ଏହି ନିୟମମାନଙ୍କର ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା ଗ୍ରହଗତିର ଗଣନା ଆହୁରି ସୂକ୍ଷ୍ମ ହୋଇପାରିଲା । ପରେ ନିଉଟନ୍ ଦେଖାଇଲେ ଯେ କେପ୍ଲରଙ୍କ ନିୟମମାନ ତାଙ୍କ ପ୍ରଣୀତ ମହାକର୍ଷଣ ତତ୍ତ୍ୱର ଏକ ବିଶିଷ୍ଟ ଫଳ ଏବଂ ସେଥିରେ ସାମାନ୍ୟ ସଂସ୍କାର ଆବଶ୍ୟକ । ବାସ୍ତବରେ ଗ୍ରହ ଓ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଉଭୟଙ୍କ ଭାରକେନ୍ଦ୍ର ଚାରିପଟେ ଘୂରନ୍ତି । ଏହାକୁ ନିଉଟନ୍-କେପ୍ଲର୍ ମତବାଦ ବୋଲି କୁହାଯାଏ । ଏହି ଗଣନା ପଦ୍ଧତି ସୌରଜଗତ୍‌ର ସମସ୍ତ ସମସ୍ୟାର ସଫଳ ସମାଧାନ କରିପାରିଲା । ଦୂରବୀକ୍ଷଣର ବ୍ୟବହାର ଦ୍ୱାରା ମାପର ସୂକ୍ଷ୍ମତା ବଢିଲା । ଅନ୍ୟ ଗ୍ରହମାନଙ୍କ ଆକର୍ଷଣ ହେତୁ ଗ୍ରହ କକ୍ଷର କ୍ଷୋଭନ (Perturbation)ର ଗଣନା ହୋଇ ତାହାର ମାପ କରାଗଲା । ଏହି କ୍ଷୋଭନର ଗଣନାରୁ ଅନ୍ୟ ଗ୍ରହମାନଙ୍କର ଆବିଷ୍କାର ସମ୍ଭବ ହେଲା । ନେପ୍‌ଚ୍ୟୁନ୍ ଓ ପ୍ଲୁଟୋର ଆବିଷ୍କାର ଏହି ଭାବେ ହୋଇଥିଲା । ସୌରଜଗତ୍ ବାହାରେ ଯୁଗ୍ମତାରାମାନଙ୍କ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହାର ପ୍ରୟୋଗ ବିଶେଷ ସଫଳ ହେଲା । ପରେ ଦୂରବୀକ୍ଷଣର କ୍ଷମତା ଆଶାତୀତ ବୃଦ୍ଧିଲାଭ କଲା ଏବଂ କେତେକ ସ୍ଥିରତାରାଙ୍କର ବାର୍ଷିକ ଲମ୍ବନ (annual parallax) ମାପ ହୋଇ ସେମାନଙ୍କ ଦୂରତ୍ୱ ବାହାରିଲା । ଫଳରେ ଏହି ମତବାଦ ସର୍ବମାନ୍ୟତା ପ୍ରାପ୍ତ ହେଲା ।

ଆଧୁନିକ ମତବାଦ (ଚିତ୍ର ୨.୬ ଓ ୨.୭)

ଏହା ନିଉଟନ୍- କେପ୍ଲର୍ ବାଦ ଉପରେ ପ୍ରତିଷ୍ଠିତ । ସୌର ଜଗତ୍‌ରେ ନବାବିଷ୍କୃତ ଗ୍ରହମାନଙ୍କ ବ୍ୟତୀତ ଗ୍ରହାଣୁ ବଳୟ, କୁଇପର୍ ବଳୟ ଏବଂ ଧୂମକେତୁ ମଣ୍ଡଳ ଏଥିରେ ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ । ଆମର ଏହି ସୌର ଜଗତ୍ ଅନ୍ୟ ଏକ ବିରାଟ ସମଷ୍ଟିର ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ । ଏହା ଏକ କୁଣ୍ଡଳିତ ଗାଲାକ୍ସି,(spiral galaxy) ଆମେ ନାଁ ଦେଇଛୁ ଛାୟାପଥ । ଆକାଶରେ ଯେଉଁ ଏକ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ବଳୟ ଦେଖାଯାଏ ତାହାକୁ ଛାୟାପଥ ବା ଆକାଶ ଗଙ୍ଗା କହନ୍ତି । ସୂର୍ଯ୍ୟ ସମେତ ଆମେ ଦେଖୁଥିବା ସବୁ ତାରା ଏହାର ମହାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗାଲାକ୍ସି କେନ୍ଦ୍ରର ପରିକ୍ରମା କରନ୍ତି । ଗାଲାକ୍ସିର କେନ୍ଦ୍ରରେ ଏକ ବିରାଟକାୟ କୃଷ୍ଣ ବିବର ରହିଛି । ଏହିପରି ଅନେକ ଗୁଡିଏ ଗାଲାକ୍ସି ପରସ୍ପରର ଆକର୍ଷଣରେ ବନ୍ଧା ହୋଇ ସେମାନଙ୍କ ବସ୍ତୁକେନ୍ଦ୍ର ଚାରିଆଡେ ପରିକ୍ରମା କରନ୍ତି । ସେହିପରି ବହୁ ଗାଲାକ୍ସି ଗୁଚ୍ଛ (Galactic cluster) ଏକାଠି ହୋଇ ଗାଲାକ୍ସି ଅତିଗୁଚ୍ଛ (Super cluster) ନିର୍ମାଣ କରନ୍ତି । ଦୃଶ୍ୟମାନ ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ୧୩୭୦ କୋଟି ଆଲୋକ ବର୍ଷ ବୋଲି କଳନା କରାଯାଇଛି । ଏଥିରେ ଅଛନ୍ତି

ଗାଲାକ୍ସି ଅତିଗୁଚ୍ଛ - ୧କୋଟି, ଗାଲାକ୍ସି ଗୁଚ୍ଛ-୨୫୦୦କୋଟି, ବଡ ଗାଲାକ୍ସି- ୩୫୦୦କୋଟି,

ବାମନ ଗାଲାକ୍ସି - ୩.୫ ଲକ୍ଷକୋଟି, ତାରା - ୩ X ୧୦^{୨୨} ୩ରେ ୨୨ଶୂନ୍ ।

ହବ୍‌ଲ୍ ଦୂରବୀକ୍ଷଣରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ଅତି ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ ଗାଲାକ୍ସି ଗୁଚ୍ଛମାନଙ୍କର ଏକ ବିହଙ୍ଗମ ଦୃଶ୍ୟ ଚିତ୍ର ୨.୭ରେ ଦିଆ ଯାଇଛି । ପ୍ରଚ୍ଛଦ ପଟରେ ପ୍ରଦତ୍ତ ଚିତ୍ର ଏହାର ଏକ ସର୍ବାଧୁନିକ ବର୍ଣ୍ଣନା ।

ଦାର୍ଶନିକ ଦିଗନ୍ତ

ଶ୍ୱେତାଶ୍ୱତର ଉପନିଷଦର ଏକ ଆଦିମ ପ୍ରଶ୍ନ

କିଂ କାରଣଂ ବ୍ରହ୍ମ କୁତଃସ୍ମ ଜାତାଃ, ଜୀବାମ କେନ କ୍ୱ ଚ ସଂପ୍ରତିଷ୍ଠାଃ ।

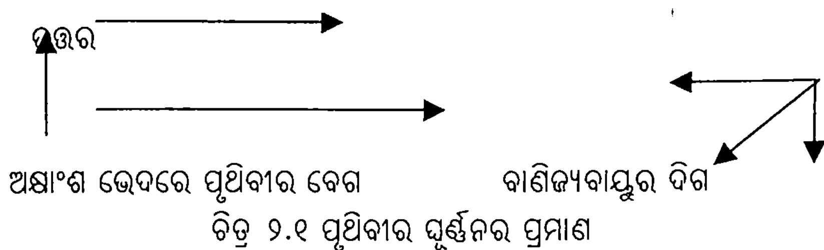
ବ୍ରହ୍ମ କି ପ୍ରକାର କାରଣ, ଆମର ଜନ୍ମ କେଉଁଠି, ଆମେ ବଞ୍ଚିଛୁ କପରି ଏବଂ ଆମର ସ୍ଥିତି କେଉଁଠି । ଶେଷୋକ୍ତ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର ଖୋଜୁଛି ବୈଜ୍ଞାନିକ ବିଶ୍ୱବାଦ । ପ୍ରାଚୀନ ଭୂକେନ୍ଦ୍ରିକ ବାଦ ଆପାତସିଦ୍ଧ ଏବଂ ମାନବକେନ୍ଦ୍ରିକ ଥିଲା । ଈଶ୍ୱର ସୃଷ୍ଟିରେ ମଣିଷ ସର୍ବଶ୍ରେଷ୍ଠ । ବାଇବଲ ଅନୁସାରେ, God created man in his own image, ଅବା ଭାଗବତର ଉକ୍ତି, ଯଥା "ମନୁଷ୍ୟ ଦେହେ ଦିବ୍ୟ ଜ୍ଞାନ, ଦେଖି ସନ୍ତୋଷ ଭଗବାନ," ଆଦି ଦୃଷ୍ଟିରୁ ଆମର ବାସସ୍ଥଳ ଏଇ ପୃଥିବୀ ସାରା

ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡର କେନ୍ଦ୍ରରେ ରହିବା ବିଧେୟ । କୋପର୍ନିକସ ଏକ ଭିନ୍ନ ମତ ଦେଇ ପୃଥିବୀକୁ ସୂର୍ଯ୍ୟ ପରିକ୍ରମାକାରୀ ତୃତୀୟ ଗ୍ରହର ସ୍ଥାନ ଦେଲେ । ପରେ କେପ୍ଲର ଏବଂ ନିଉଟନ୍‌ଙ୍କ କାର୍ଯ୍ୟ ଏହାର ସମର୍ଥନ କଲା । ଆଧୁନିକ ମତବାଦ ଏହାରହିଁ ଏକ ସଂପ୍ରସାରିତ ରୂପ । ଏଥିରେ ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ବିଶ୍ୱର ସଂଗଠନରେ ନିର୍ଣ୍ଣାୟକ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରେ ।

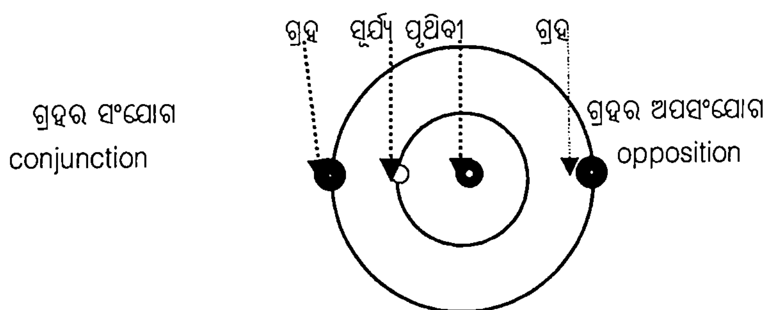
ଅନ୍ୟ ପ୍ରଶ୍ନରେ ଜୀବନର ଉତ୍ପତ୍ତି ଏବଂ ବିକାଶର ଚର୍ଚ୍ଚା । ପୃଥିବୀ କଣ ଜୀବନର ଏକମାତ୍ର ଆଧାର? ଆଧୁନିକ ମତରେ କୋଟି କୋଟି ଜୀବଜଗତ୍‌ର ସଂଭାବନା ଅଛି । ଏପରିକି ବୁଦ୍ଧିମାନ୍ ଜୀବର ଅସ୍ତିତ୍ୱ ବି ସମ୍ଭବ । ସେମାନଙ୍କ ଖୋଜା ଚାଲିଛି ।

ବିଶ୍ୱସୃଷ୍ଟିର କିଛି ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ ଅଛି କି ? ଯଦି ଥାଏ ତେବେ ତାହା କଣ ଏବଂ କାହାର । ଧାର୍ମିକ ଦୃଷ୍ଟିରେ ଏହା ସୃଷ୍ଟିକର୍ତ୍ତାଙ୍କର ଏବଂ ମାନବର ବିକାଶହିଁ ମୂଳ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ । ବିଜ୍ଞାନ ସୃଷ୍ଟି ରହସ୍ୟର ସମାଧାନ କରିପାରିବ ମାତ୍ର କୌଣସି ସ୍ରଷ୍ଟାର ସନ୍ଧାନ ଏଥିରେ ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ । ହାଣ୍ଡି ବା ଲୁଗା ଦେଖି ଆମେ କୁମ୍ଭାର ବା ତନ୍ତୀ ବିଷୟରେ କିଛି ଜାଣି ପାରିବା କି? ଉପନିଷଦ ମତରେ ସୃଷ୍ଟି ଓ ସ୍ରଷ୍ଟା ଅଭିନ୍ନ । ତେଣୁ ସୃଷ୍ଟିତତ୍ତ୍ୱର ସନ୍ଧାନ ସ୍ରଷ୍ଟାର ସନ୍ଧାନ ଠାରୁ ଭିନ୍ନ ନୁହେଁ । ମହାକର୍ଷଣ ବଳର ନିୟମ, ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନର ଚାର୍ଜ ଓ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଆଦି ମୌଳିକ ତଥ୍ୟମାନ ଭିନ୍ନ ହୋଇଥିଲେ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏତ ଅନ୍ୟ ରୂପ ନେଇଥାନ୍ତା । ଆଜିକାର Anthropic cosmology ରେ ଏହାହିଁ ବିଚାର୍ଯ୍ୟ । ପ୍ରସିଦ୍ଧ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀ ଷ୍ଟିଫେନ୍ ହକିଙ୍ଗ୍ ଏହି ମତବାଦର ସମର୍ଥନ କରନ୍ତି ବୋଲି ସ୍ୱୀକାର କରନ୍ତି । ଯଦି ମାନବର ବିକାଶ ନୈସର୍ଗିକ ଉପାୟରେ ସମ୍ଭବ ହୋଇ ପାରିଛି ତେବେ ଅନ୍ୟତ୍ର ମାନବେତର ବୁଦ୍ଧିମାନ୍ ଜୀବର ସମ୍ଭାବ୍ୟତାକୁ ଅସ୍ୱୀକାର କରି ହେବ ନାହିଁ ।

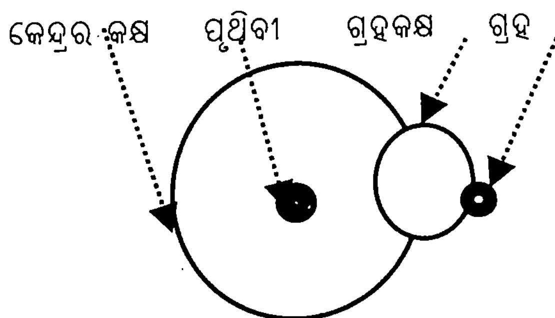
ଅପାର୍ଥିବ ଜୀବସୃଷ୍ଟିର ସମ୍ଭାବନା ଥିଲେବି ତାହାର ସନ୍ଧାନ ମିଳିନାହିଁ । ପୃଥିବୀର ପରିବେଶ ବାହାରେ ଆମେ କ୍ଷଣମାତ୍ର ତିଷ୍ଠି ପାରିବା ନାହିଁ । ଏହି ପରିବେଶର ରକ୍ଷା ମାନବ ସଭ୍ୟତାର ପ୍ରଧାନ ଧ୍ୟେୟ ହେବା ଉଚିତ । ସଭ୍ୟତାର ସମୂଳ ବିନାଶକ୍ଷମ ଗଣବିଧ୍ୱଂସୀ ଅସ୍ତ୍ରମାନ ଆମେ ତିଆରି କରି ସାରିଛୁ । ସେ ସବୁକୁ ଶୃଙ୍ଖଳିତ କରିବା ଏବଂ ପୃଥିବୀର ପରିବେଶର ସୁରକ୍ଷା ଆମର ପ୍ରଥମ କର୍ତ୍ତବ୍ୟ ହେବା ଉଚିତ । ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ ଚର୍ଚ୍ଚାର ଏହା ଏକ ପ୍ରଧାନ ଶିକ୍ଷା ।



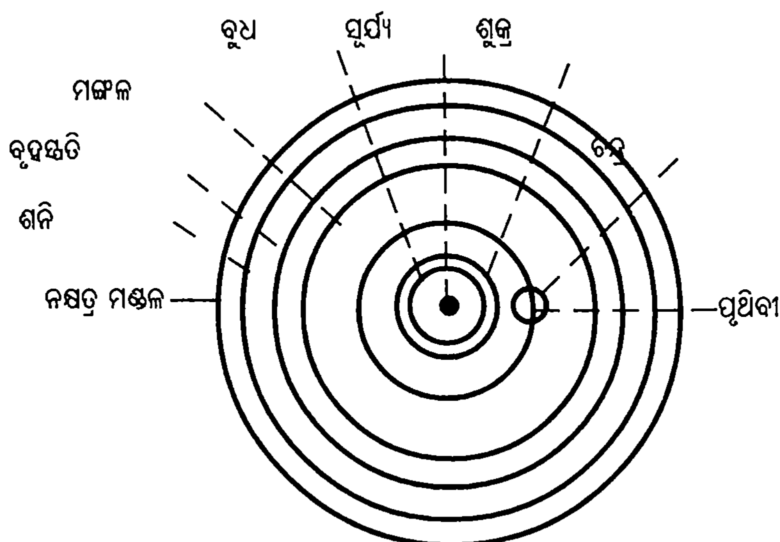
ଚିତ୍ର ୨.୧ ପୃଥିବୀର ଘୂର୍ଣ୍ଣନର ପ୍ରମାଣ



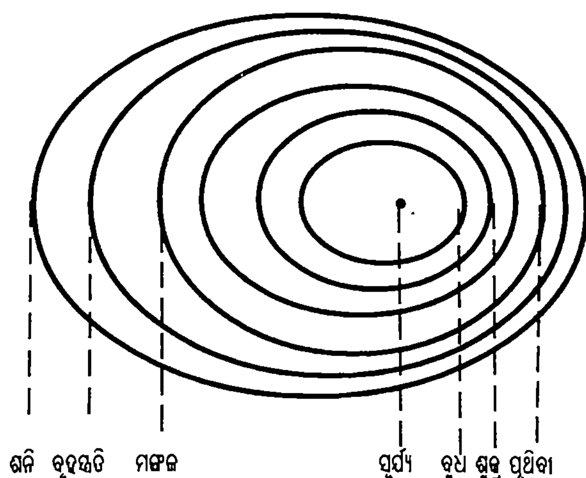
ଚିତ୍ର ୨.୨ ଗ୍ରହର ସଂଯୋଗ ଓ ଅପସଂଯୋଗ



ଚିତ୍ର ୨.୩ ଟଲେମିଙ୍କ ଏପିସାଇକ୍ଲ (Epicycle)



ଚିତ୍ର ୨.୪ କୋପର୍ନିକୀୟ ସୂର୍ଯ୍ୟକେନ୍ଦ୍ରିକ ବିଶ୍ୱବାଦ



ଚିତ୍ର ୨.୫ କେପ୍ଲରଙ୍କ ସୂର୍ଯ୍ୟକେନ୍ଦ୍ରିକ ସୌରଜଗତ୍



ଚିତ୍ର ୨.୬ ଆଧୁନିକ ସୌରଜଗତ୍

ବିଭାଗ	ଅନ୍ତର୍ଗ୍ରହ ମଣ୍ଡଳ	ଗ୍ରହାଣୁ ବଳୟ	ବହିର୍ଗ୍ରହ ମଣ୍ଡଳ	କୁଇପର ବଳୟ	ଓର୍ଟ୍‌ସ୍ ମେଘ
ସୀମା	ମଙ୍ଗଳ କକ୍ଷ	ମଙ୍ଗଳ-ବୃହସ୍ପତି	ବୃହସ୍ପତି-ନେପଚ୍ୟୁନ୍	ନେପଚ୍ୟୁନ୍ କକ୍ଷ	ବାହାରେ
AU	1.5	1.5-5	5-40	40-100	>100



ଚିତ୍ର ୨.୭ ହବ୍‌ଲ୍ ଦୂରବୀକ୍ଷଣରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ଅତି ଦୂରର ବିଶ୍ୱ ଦୃଶ୍ୟ

ସମୟ

ଯୋ ଭୂତସଂହାରକ ଏଷ କାଳଃ,
କାଳୋପରଃ ସ୍ୟାତ୍ କଳନାତ୍ମକଷ୍ଟ । (ସିଦ୍ଧାନ୍ତଦର୍ପଣ)

ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନରେ ନାନା ପ୍ରକାର ଘଟଣା ଆମର ଅନୁଭୂତି ଭିତରକୁ ଆସେ । ଦିନ ଓ ରାତି, ଶୁକ୍ଳ ଓ କୃଷ୍ଣ ପକ୍ଷ, ଗ୍ରୀଷ୍ମ ବର୍ଷା ଶୀତ ଆଦି ଋତୁ ଆମ ପରିବେଶର ଅଭିନ୍ନ ଅଙ୍ଗ । ତା ଛଡା, ଦେହିନୋସ୍ମିନ୍ ଯଥା ଦେହେ କୌମାରଂ ଯୌବନଂ ଜରା, ଗୀତାର ଏହି ଉକ୍ତି ଅନୁସାରେ ଆମ ଜୀବନ ପ୍ରବାହ ନାନା ଅଣଲେଉଟା ଅବସ୍ଥା ଦେଇ ସତତ ଗତିଶୀଳ । ଖାଲି ଆମେ କାହିଁକି ସମସ୍ତ ପ୍ରାଣୀଜଗତ୍ ଏହି ନିୟମରେ ବନ୍ଧା । ପ୍ରଥମ ପ୍ରକାର ପରିବର୍ତ୍ତନସବୁ ଆବର୍ତ୍ତିକ, ଅର୍ଥାତ୍ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନରେ ଏ ସବୁର ପୁନରାବୃତ୍ତି ହୁଏ । ସୂର୍ଯ୍ୟୋଦୟ ଓ ସୂର୍ଯ୍ୟାସ୍ତ ଏକ ଦିନ ଅନ୍ତରରେ, ପୂର୍ଣ୍ଣିମା ଓ ଅମାବସ୍ୟା ଏକ ମାସ ଅନ୍ତରରେ ଘଟେ । ସେହିପରି ଋତୁମାନଙ୍କର ପୁନରାବୃତ୍ତି ଏକ ବର୍ଷ ଅନ୍ତରରେ ହୁଏ । ସମୟର ଏହି ଚକ୍ର ଆମେ କାହିଁ କେଉଁ ଆଦିମ କାଳରୁ ଦେଖି ଆସୁଛୁ । ମାନବ ଚେତନାର ଅଭ୍ୟୁଦୟ କାଳରୁ ଏହା ସହ ଆମର ପରିଚୟ । ଅନ୍ୟ ପ୍ରକାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଏକମୁହାଁ । କୌମାରଂ ଯୌବନଂ ଜରା ଏହି ଶ୍ରେଣୀର । ବୁଢ଼ା କେବେ ଯୁବା ହୁଏନା, କି ଯୁବା କେବେ ପିଲା ହୁଏ ନା । ଘଟଣାମାନଙ୍କର ଏହି କ୍ରମ ଅଣଲେଉଟା ।

ମଣିଷର ଚେତନା ଏହି ଘଟଣାମାନଙ୍କର ସିଧା ସଂସ୍ପର୍ଶରେ ଆସେ । ଆମର ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନର ସକଳ ଅନୁଭୂତି ଏହା ସହ ଜଡିତ । ସେଗୁଡିକୁ ଏକ କ୍ରମରେ ସଜାଇବାର ପ୍ରଚେଷ୍ଟାରୁ ଜନ୍ମ ସମୟର କଳ୍ପନା । ଏହି କଳ୍ପନାରେ ସମୟ ଏକ ସଦା ପ୍ରବହମାନ ଧାରା, ଠିକ୍ ନଇ ସୁଅ ପରି । ଆମେ ସେଥିରେ ଭାସି ଚାଲିଛୁ ସମଗତିରେ ଓ ଏକ ଦିଗରେ । ଏହାକୁ ବଦଳାଇବାର ଶକ୍ତି କାହାରି ନାହିଁ । ଜନମାନସର ଏହି ଚେତନାକୁ ପାରମ୍ପରିକ ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନ ପରମ ସମୟ (Absolute time) ଭାବେ ଗ୍ରହଣ କରିଥିଲା । ଏହା ଅନାଦି ଓ ଅନନ୍ତ । ଏହାର ପ୍ରବାହର ଦିଗ ଅତୀତରୁ ବର୍ତ୍ତମାନ ଦେଇ ଭବିଷ୍ୟତ ଆଡକୁ ଏବଂ ବେଗ ସଦା ସମାନ । ଉଜାଣି ବହିବା ଏହା ପକ୍ଷେ ଅସମ୍ଭବ । କାରଣ ବିନା କାର୍ଯ୍ୟ ନାହିଁ ଏହା ଆମର ଏକ ମୌଳିକ ଅନୁଭୂତି ଏବଂ ବିଜ୍ଞାନର ମୂଳଭିତ୍ତି । କାରଣ ଆଗେ କାର୍ଯ୍ୟ ପଛେ, ଏହା ଆମର ସାଧାରଣ ଅନୁଭୂତି ଏବଂ ବିଜ୍ଞାନର ଏକ ମୌଳିକ ସ୍ୱୀକୃତି । ସମୟ ଉଜାଣି ବହିଲେ କାର୍ଯ୍ୟକାରଣର ପୂର୍ବାପର ସଙ୍ଗତିରେ ବାଧା ଉପୁଜିବ । ତେଣୁ ସମୟର ପ୍ରବାହ ସଦା

ଏକମୁଖୀ ହେବା ଅବଶ୍ୟମ୍ଭାବୀ । ନ ହେଲେ ଘଟଣାମାନଙ୍କର କାର୍ଯ୍ୟକାରଣ ସଙ୍ଗତିରେ ବାଧା ଉପୁଜିବ ।

ସାଧାରଣ ଜନଜୀବନରେ ଏବେ ବି ସମୟର ମାପ ଘଟଣାଭିତ୍ତିକ । ଗାଁ ଗହଳିରେ ଗାଧୁଆ ବେଳ, ଛାଇ ଲେଉଟାଣି, ଇତ୍ୟାଦିର ପ୍ରୟୋଗ ସବୁଠି ଦେଖିବାକୁ ମିଳେ । ପୁନେଇ ବାସି ବା ଧାନକଟା ପରେ ଇତ୍ୟାଦି ସେହିପରି ସମୟର ଘଟଣାଭିତ୍ତିକ ସ୍ଥୂଳ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ । ମାତ୍ର ଆଧୁନିକ ଜୀବନ ଯାତ୍ରାରେ ବ୍ୟବହୃତ ସମୟର ମାପ ଆହୁରି ସୂକ୍ଷ୍ମ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ । ବିଶେଷତଃ ବିଜ୍ଞାନ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହି ମାପର ଚରମ ସୂକ୍ଷ୍ମତା ଅନିବାର୍ଯ୍ୟ । ଏହି ମାପର ଏକକ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ ପାଇଁ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ବ୍ୟବହାର ଅତି ପ୍ରାଚୀନ । କେତେକ ଆବର୍ତ୍ତି ଘଟଣାମାନଙ୍କର ଉପଯୋଗ କରି ଦିନ, ମାସ ଓ ବର୍ଷର ସଂଜ୍ଞା ନିରୂପଣ କରା ଯାଇଛି । ସେଥିରୁ ଘଣ୍ଟା, ମିନିଟ୍ ସେକେଣ୍ଡ୍ ବା ଦଣ୍ଡ,ଲିତା, ବିଲିତା ଇତ୍ୟାଦି ବ୍ୟାବହାରିକ ଏକକମାନ ନିରୂପିତ ହୁଅନ୍ତି ।

ନାକ୍ଷତ୍ର ଦିନ (Siderial day)

ପୃଥିବୀର ଆବର୍ତ୍ତନ ଫଳରେ ଖଗୋଳର ଦୈନିକ ଗତି ଦେଖାଯାଏ । ଏହି ଆଭାସୀ ଗତି ହେତୁ କୌଣସି ତାରା କୌଣସି ସ୍ଥାନର ମାଧ୍ୟନ୍ଦିନ ରେଖା ପାର ହେବାକୁ ତାରାର ଅତିକ୍ରମଣ (Transit) କୁହା ଯାଏ । କୌଣସି ତାରାର କ୍ରମାନ୍ୱୟେ ଦୁଇଟି ଅତିକ୍ରମଣର ଅନ୍ତରକୁ ଏକ ନାକ୍ଷତ୍ର ଦିନ କୁହା ଯାଏ । ଏହାର ଅବଧି ପୃଥିବୀର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଆବର୍ତ୍ତି କାଳ ସହ ସମାନ । ଏହାର ପରିମାଣ ୨୩ ଘଣ୍ଟା ୫୬ ମିନିଟ୍ ୪ ସେକେଣ୍ଡ୍ । ପ୍ରାଚୀନ ଭାରତୀୟ ମତରେ ଏହା ୬୦ ଦଣ୍ଡ, ଘଟିକା ବା ଘଟି ।

ମାଧ୍ୟ ସୌର ଦିନ(Mean solar day)

ସୂର୍ଯ୍ୟର କ୍ରମାନ୍ୱୟେ ଦୁଇଟି ଅତିକ୍ରମଣର ଅନ୍ତରକୁ ଏକ ସୌର ଦିନ କହନ୍ତି । ପୃଥିବୀର ଏକ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ କାଳ ମଧ୍ୟରେ ପୃଥବୀ ନିଜ କକ୍ଷରେ କିଛି ଦୂର ଆଗେଇ ଯାଏ । ତେଣୁ ପରବର୍ତ୍ତୀ ଅତିକ୍ରମଣ ବେଳକୁ ସୂର୍ଯ୍ୟର ଦିଗ ସାମାନ୍ୟ ବଦଳି ଯାଏ । ପୃଥିବୀ ପ୍ରାୟ ୩୬୫ ଦିନରେ ୩୬୦ ଡିଗ୍ରୀ ଗତି କରେ, ତେଣୁ ତାହାର କୌଣିକ ବେଗ ପ୍ରାୟ ଦୈନିକ ୧ଡିଗ୍ରୀ । ସୂର୍ଯ୍ୟର ଦିଗ ଦୈନିକ ଏତିକି ପରିମାଣ ପୂର୍ବ ଆଡକୁ ଘୁଞ୍ଚି ଯାଏ, ତେଣୁ ଅତିକ୍ରମଣ ପାଇଁ ପ୍ରାୟ ୪ ମିନିଟ ଅଧିକା ସମୟ ଲାଗେ । ଏହି ସୌର ଦିନକୁ ୨୪ ଘଣ୍ଟା ଧରିଲେ ନକ୍ଷତ୍ର ଦିନ ସେଥିରୁ ପ୍ରାୟ ୪ମିନିଟ୍ କମ୍ ହେବା ସ୍ୱାଭାବିକ ।

ପୃଥିବୀର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ବେଗ ସମାନ ଥିଲେ ମଧ୍ୟ ତାହାର ପରିକ୍ରମା ବେଗ ସମାନ ନୁହେଁ । ପୃଥିବୀର କକ୍ଷ ଉପବୃତ୍ତାକାର ହୋଇଥିବାରୁ ସୂର୍ଯ୍ୟଠାରୁ ଏହାର ଦୂରତ୍ୱ ସର୍ବଦା ବଦଳୁ ଥାଏ, ଏବଂ

କେପ୍ଲର୍‌ଙ୍କ ଦ୍ୱିତୀୟ ନିୟମ ଅନୁସାରେ ଏହାର ବେଗ ବଦଳୁ ଥାଏ । ତେଣୁ ସୌର ଦିନର ଅବଧି ବର୍ଷଯାକ ବଦଳୁ ଥାଏ । ସାରା ବର୍ଷର ଏକ ହାରାହାରି ଅବଧିକୁ ମାଧ୍ୟ ସୌର ଦିନ କୁହାଯାଏ ଏବଂ ଏହାକୁ ୨୪ ଘଣ୍ଟାରେ ଭାଗ କରା ଯାଏ । ପ୍ରତି ଘଣ୍ଟାକୁ ୬୦ ମିନିଟ୍ ଏବଂ ପ୍ରତି ମିନିଟ୍‌କୁ ୬୦ ସେକେଣ୍ଡରେ ଭାଗ କରା ଯାଏ । ଏହିପରି ଏକ ମାଧ୍ୟ ସୌର ଦିନରେ ୮୬୪୦୦ ସେକେଣ୍ଡ ହୁଏ । ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନରେ ୧ ସେକେଣ୍ଡକୁ ସମୟର ମୌଳିକ ଏକକ ଭାବେ ଗ୍ରହଣ କରା ଯାଏ । ଏହାର ସଂଜ୍ଞା ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ସୂକ୍ଷ୍ମ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ ଥିଲା । ଏବେ କିନ୍ତୁ ନାହିଁ ।

ସମୟର ମୌଳିକ ମାନକ (Primary Standard of Time)

ସମୟର ମୌଳିକ ମାନକ ଭାବେ ଅତି ସୂକ୍ଷ୍ମ ସଂଯନ୍ତ୍ରମାନ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଆଧୁନିକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନୀୟ ମାନକ ଘଡିମାନଙ୍କରେ ସିଜିୟମ୍ (Caesium) ଗ୍ୟାସ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ସିଜିୟମ୍-୧୧୩ ପରମାଣୁର ନିମ୍ନତମ ଅବସ୍ଥାର ଅତି ସୂକ୍ଷ୍ମ ସଂରଚନାରୁ (Hyperfine structure of the ground state of Caesium-113 atom) ଏକ ସୂକ୍ଷ୍ମ ତରଙ୍ଗ (microwave) ବିକିରିତ ହୁଏ । ଏହାର ଆବର୍ତ୍ତିକ ସ୍ଥାୟିତ୍ୱ (frequency stability) ଅତି ଉଚ୍ଚ କୋଟିର, ୧୦^୧୪ରେ ୧ । ସବୁ ଦେଶର ମାନକ ସଂସ୍ଥାନମାନେ ଏହି ଘଡିର ନିରୂପିତ ସମୟକୁ ରେଡିଓ ଏବଂ ଟିଭି ଦ୍ୱାରା ପ୍ରସାର କରନ୍ତି । ଏହି ସମୟ ମାନର ତ୍ରୁଟିସୀମା ବାର୍ଷିକ ୩ x୧୦^-୬ ସେକେଣ୍ଡ୍ । ଏହିସବୁ ମାପରୁ ଜଣାଗଲା ଯେ ପୃଥିବୀର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ବେଗ କ୍ରମେ ଧିମେଇ ଯାଉଛି । ଏସବୁକୁ ବିଚାର କରି ଆନ୍ତର୍ଜାତିକ ମାନକ ସଂସ୍ଥାନର ତ୍ରୟୋଦଶ ଅଧିବେଶନରେ (୧୯୬୭) ଉକ୍ତ ସିଜିୟମ୍ ତରଙ୍ଗର ୯୧୯୨୮୩୧୭୭୦ଟି ଆବର୍ତ୍ତନର ଅବଧିକୁ ଏକ ସେକେଣ୍ଡ୍ ଆଖ୍ୟା ଦିଆଯାଇଛି । ବର୍ତ୍ତମାନର ମାଧ୍ୟସୌର ଦିନ ଏହି ମାପରେ ୮୬୪୦୦ ସେକେଣ୍ଡ୍ ଏବଂ ଏକ ସଂପାତ ବର୍ଷ (ସୌରବର୍ଷ) ୩୧୫୫୬୯୨୫.୯୭୪ସେକେଣ୍ଡ୍ ।

ସାବନ ଦନ (Civil day)

କ୍ରମାନ୍ୱୟେ ଦୁଇଟି ମଧ୍ୟରାତ୍ରିର ବ୍ୟବଧାନକୁ ଏକ ସାବନ ଦିନ କୁହାଯାଏ । ସାଧାରଣ କ୍ୟାଲେଣ୍ଡର୍‌ରେ ଏହା ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଏହା ଏକ ସୌର ଦିନ ସହ ସମାନ, ମାତ୍ର ଏହାର ଅବଧି ସର୍ବଦା ସମାନ (୮୬୪୦୦ ସେକେଣ୍ଡ୍) ରହେ ନାହିଁ । ଭାରତୀୟ ମତରେ କ୍ରମାନ୍ୱୟେ ଦୁଇଟି ସୂର୍ଯ୍ୟୋଦୟର ବ୍ୟବଧାନକୁ ଏକ ସାବନ ଦିନ କହନ୍ତି । ଆର୍ଯ୍ୟଭଟ୍ଟ ଔଦୟିକ ଏବଂ ମଧ୍ୟରାତ୍ରିକ, ଉଭୟ ପ୍ରଥାର ଉଲ୍ଲେଖ କରିଛନ୍ତି ।

ମାସ

ପାଶ୍ଚାତ୍ୟ ମତରେ ବର୍ଷକୁ ୧୨ଟି ଅସମାନ ଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଏ । ଏହି ଭାଗମାନଙ୍କୁ ମାସ କହନ୍ତି । ଏମାନଙ୍କ ଦିନସଂଖ୍ୟା ମନେ ରଖିବାକୁ ଏକ ଇଂରାଜି କବିତାର ସାହାଯ୍ୟ ନିଆଯାଏ । ତାହା ହେଲା

Thirty days has September, April, June and November
February has twenty eight alone, All the rest have thirty one.

ଏସବୁ ମିଶି ୩୬୫ ଦିନ ହୁଏ । ମାତ୍ର ଏକ ସୌରବର୍ଷ (Tropical year)ର ଦିନସଂଖ୍ୟା ୩୬୫.୨୪୨ । ବାକୀ ସମୟର ସଂସ୍କାର ପାଇଁ ପ୍ରତି ୪ ବର୍ଷରେ ଏକ ଅଧିକ ଦିନ ଯୋଡାଯାଏ । ଏହାକୁ ଅଧିବର୍ଷ (Leap year) କହନ୍ତି । ସେ ବର୍ଷ ଫେବୃଆରୀ ମାସଟି ୨୯ ଦିନ ଗଣାହୁଏ । ସୌରବର୍ଷର ଅବଧି ୩୬୫.୨୫ ଦିନ ହୋଇଥିଲେ ଏହି ସଂସ୍କାର ପର୍ଯ୍ୟାପ୍ତ ହୋଇଥାନ୍ତା । ଉପଯୁକ୍ତ ସଂସ୍କାର ପାଇଁ ଶତାବ୍ଦୀ ବର୍ଷମାନଙ୍କୁ ଅଧିବର୍ଷ ଗଣାଯାଏ ନାହିଁ । କେବଳ ୪୦୦ରେ ବିଭାଜ୍ୟ ବର୍ଷସଂଖ୍ୟା ଅଧିବର୍ଷ ହୁଏ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ୧୬୦୦ ଏବଂ ୨୦୦୦ ମସୀହା ଅଧିବର୍ଷ ଥିଲେ ମାତ୍ର ୧୭୦୦,୧୮୦୦,୧୯୦୦ ମସୀହାମାନ ଅଧିବର୍ଷ ନ ଥିଲେ ।

ଚନ୍ଦ୍ରର କକ୍ଷ ଓ ଗତି

ମୋଟାମୋଟି ଭାବେ ଚନ୍ଦ୍ରର ଗୋଟିଏ ଆବର୍ତ୍ତିକାଳରେ ଏକ ମାସ ହୁଏ । ଇଂରାଜିର month ଏବଂ moon ଶବ୍ଦଦ୍ୱୟ ଏକ ଲାଟିନ୍ ଧାତୁରୁ ଉତ୍ପନ୍ନ । ଖାଲି ପୃଥିବୀ ଓ ଚନ୍ଦ୍ର, ଏହି ଦୁଇଟି ପିଣ୍ଡ ପରସ୍ପରର ମହାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଥିଲେ ଉଭୟ ଉଭୟଙ୍କର ବସ୍ତୁ କେନ୍ଦ୍ର ଚାରିପଟେ ଉପବୃତ୍ତାକାର କକ୍ଷରେ ଘୂରୁଥାନ୍ତେ । ପୃଥିବୀର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବହୁ ଅଧିକ ହୋଇଥିବାରୁ ତାହାର କକ୍ଷର ଆକାର ସେହି ଅନୁପାତରେ ଛୋଟ ହୁଅନ୍ତା । ବସ୍ତୁତଃ ସ୍ଥୂଳଭାବେ ତାହାହିଁ ହେଉଛି । ମାତ୍ର ସୂର୍ଯ୍ୟର ଆକର୍ଷଣ ହେତୁ ପୃଥିବୀ ଚନ୍ଦ୍ରକୁ ସାଙ୍ଗରେ ଧରି ସୂର୍ଯ୍ୟ ଚାରିପଟେ ଘୂରେ । ଚନ୍ଦ୍ର ଏବେ ପୃଥିବୀ ଓ ସୂର୍ଯ୍ୟର ମହାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ର ଦ୍ୱାରା ପ୍ରାୟ ସମାନ ଭାବେ ପ୍ରଭାବିତ ହେଉଥିବାରୁ ଏହାର କକ୍ଷ ଉପବୃତ୍ତାକାର ରହିପାରେ ନାହିଁ । ତାହା ଛଡା ଅନ୍ୟ ଗ୍ରହମାନଙ୍କର ଆକର୍ଷଣୀ ପ୍ରଭାବ ଚନ୍ଦ୍ରକକ୍ଷରେ ଅଧିକ ବିକ୍ଷୋଭନ ଉପୁଜାନ୍ତି, କାରଣ ଚନ୍ଦ୍ରର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କମ୍ । ଏହିସବୁ କାରଣରୁ ଚନ୍ଦ୍ର କକ୍ଷ ସାମୟିକ ଭାବେ ବଦଳୁ ଥାଏ । ଚନ୍ଦ୍ରକକ୍ଷର ପାତବିନ୍ଦୁଦ୍ୱୟ, ରାହୁ ଏବଂ କେତୁ, କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତରେ ଚଳନଶୀଳ ହୋଇ ପ୍ରାୟ ୧୮ ବର୍ଷରେ ଏକ ଆବର୍ତ୍ତିକାଳ ପୂରଣ କରନ୍ତି । ଏହାକୁ ରାହୁ ଓ କେତୁର ଭଗଣ କହନ୍ତି । ଅମାବାସ୍ୟାରେ ଚନ୍ଦ୍ର, ସୂର୍ଯ୍ୟ ଓ ପୃଥିବୀ

ମଧ୍ୟରେ ଥାଏ । ସେତେବେଳେ ଚନ୍ଦ୍ରର କକ୍ଷ ସୂର୍ଯ୍ୟ ପ୍ରତି ଅବତଳ ଓ ପୃଥିବୀ ପ୍ରତି ଉତ୍ତଳ ଥାଏ । ଚନ୍ଦ୍ରକକ୍ଷର ସ୍ଥିତି ଗୋଟିଏ ବଳୟାକାର କ୍ଷେତ୍ର (Torroid) ମଧ୍ୟରେ ସୀମିତ ରହେ ଏବଂ ଏହାର ତାତ୍‌କାଳିକ ସ୍ଥିତି ଜାଣିବା ପାଇଁ ଅନେକଗୁଡିଏ ସଂସ୍କାର ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ । ଏହି ବଳୟର ବହିର୍ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଏବଂ ଅନ୍ତର୍ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଯଥାକ୍ରମେ ଚନ୍ଦ୍ରକକ୍ଷର ଅପଭୂ (Apogee) ଏବଂ ପରିଭୂ (Perigee) ସହ ସମାନ ।

ପାତ ଓ ନତି

ଚନ୍ଦ୍ର କକ୍ଷର ସମତଳ କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତର ସମତଳ ସହ ୫°୯' କୋଣ କରେ । ଏହାକୁ ଚନ୍ଦ୍ରକକ୍ଷର ନତି (Inclination) କହନ୍ତି । ଖଗୋଳରେ ଚନ୍ଦ୍ରର ଆଭାସୀ କକ୍ଷ କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତକୁ ଦୁଇଟି ବିନ୍ଦୁରେ ଛେଦ କରେ । ଏହାଂକୁ ଚନ୍ଦ୍ରର ପାତ (Node) କୁହାଯାଏ । ଯେଉଁ ପାତ ଦେଇ ଚନ୍ଦ୍ର ଦକ୍ଷିଣରୁ ଉତ୍ତର ଦିଗକୁ ଯାଏ ତାହାକୁ ରାହୁ (Ascending node) ଏବଂ ଯେଉଁ ପାତ ଦେଇ ଉତ୍ତରରୁ ଦକ୍ଷିଣକୁ ଆସେ ତାହାକୁ କେତ (Descending node) କହନ୍ତି । ସୂର୍ଯ୍ୟ ଓ ଚନ୍ଦ୍ର ଏହି ପାତମାନଙ୍କ ନିକଟରେ ଥିଲେ ସେମାନେ ପ୍ରାୟ ଏକ ସମତଳରେ ଥାନ୍ତି ଏବଂ ଗ୍ରହଣ ପରାଗ ଆଦି ହୁଏ ।

ନାକ୍ଷତ୍ର ମାସ

ସ୍ଥିରତାରାମାନଙ୍କ ପରିପ୍ରେକ୍ଷିରେ ଚନ୍ଦ୍ରର ଏକ ଆବର୍ତ୍ତିକାଳକୁ ଏକ ନାକ୍ଷତ୍ର ମାସ କୁହାଯାଏ । ଏହା ଚନ୍ଦ୍ରର ପୃଥିବୀ ପରିକ୍ରମା କାଳ ସହ ସମାନ । ଏହାର ଅବଧି ୨୭.୩୨ ଦିନ ଏବଂ ହାରାହାରି ଦୈନିକ ଗତି ୩୬୦/୨୭.୩୨=୧୩.୩୩ ଡିଗ୍ରୀ ।

ଚାନ୍ଦ୍ରମାସ

ଚନ୍ଦ୍ରଗତିର ଦୈନିକ ପରିମାଣ ୧୩.୩୩ ଡିଗ୍ରୀ ଏବଂ ସୂର୍ଯ୍ୟ ପ୍ରାୟ ୧ ଡିଗ୍ରୀ ହିସାବରେ ପଶ୍ଚିମରୁ ପୂର୍ବ ପଟକୁ ଗତି କରେ । ଦୈନିକ ଅନ୍ତର ହୁଏ ପ୍ରାୟ ୧୨.୩୩ ଡିଗ୍ରୀ । ଏହାକୁ ଚନ୍ଦ୍ରର ଅନ୍ତରାଂଶ (Elongation) କୁହା ଯାଏ । ଏହି ଅନ୍ତରାଂଶ କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତ ଉପରେ ମାପ ହୁଏ । ଏହି ଆପେକ୍ଷିକ ଗତିରେ ଚନ୍ଦ୍ର ପୁଣି ସୂର୍ଯ୍ୟ ପରିପ୍ରେକ୍ଷିରେ ପୁରୁଣା ସ୍ଥାନକୁ ଆସିବାକୁ ଯେଉଁ ସମୟ ଲାଗେ ତାହାକୁ ଚାନ୍ଦ୍ରମାସ କହନ୍ତି । ଏହା ନାକ୍ଷତ୍ର ମାସଠାରୁ ପ୍ରାୟ ଦୁଇ ଦିନ ବଡ ହୁଏ । ଏକ ନାକ୍ଷତ୍ର ମାସରେ ଚନ୍ଦ୍ର ପୁଣି ପୂର୍ବ ସ୍ଥାନରେ ପହଞ୍ଚିଲା ବେଳକୁ ସୂର୍ଯ୍ୟ ପ୍ରାୟ ୨୭ ଡିଗ୍ରୀ ଘୁଞ୍ଚି ଯିବଣି । ସେତିକି ବାଟ ଯିବାକୁ ଚନ୍ଦ୍ରକୁ ଅଧିକା ଦୁଇ ଦିନ ଲାଗେ । ଚନ୍ଦ୍ର ଓ ପୃଥିବୀର ନାକ୍ଷତ୍ର ଆବର୍ତ୍ତି କାଳ ଏବଂ ଚାନ୍ଦ୍ର ମାସର

ଅବଧିକୁ ଯଥାକ୍ରମେ S,P, M ନିଆ ଯାଉ । ତା ହେଲେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଓ ଚନ୍ଦ୍ରର ଦୈନିକ ଗତିର ପରିମାଣ ହେବ, ଯଥାକ୍ରମେ 360/P ଏବଂ 360/S, ଉଭୟର ଦୈନିକ ଅନ୍ତର ଦୈନିକ ଆପେକ୍ଷିକ ଅନ୍ତର ସହ ସମାନ । ତେଣୁ

$$360/P-360/S=360/M, \quad 1/P-1/S= 1/M \quad \ldots\ldots 2.1$$

ସମୀକରଣ ୨.୧ ରେ S=27.32, P=365.25 ହେଲେ M=29.53 ହୁଏ ।

ତିଥି

ଏକ ଚାନ୍ଦ୍ରମାସର ଅବଧିକୁ ସମାନ ୩୦ ଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ କଲେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଭାଗକୁ ତିଥି କୁହାଯାଏ । ଏକ ତିଥିରେ ଚନ୍ଦ୍ରର ଅନ୍ତରାଂଶ ୧୨° ବଢେ । ଏହି ଅନ୍ତରାଂଶ ୧୨° ବଦଳି ଗଲେ ତିଥି ବଦଳି ଯାଏ । ସୂର୍ଯ୍ୟ ଓ ଚନ୍ଦ୍ରର ସଂଯୋଗ ଠିକ ପରେ ଶୁକ୍ଳ ପ୍ରତିପଦ ଆରମ୍ଭ ହୁଏ । ସେତେବେଳେ ଚନ୍ଦ୍ରର ଅନ୍ତରାଂଶ ଥାଏ ୦° । ଅନ୍ତରାଂଶ ବଢି ବଢି ୧୨° ହେଲେ ପ୍ରତିପଦ ଗତ ହୋଇ ଦ୍ୱିତୀୟା ପ୍ରବେଶ କରେ । ପୂର୍ଣ୍ଣିମା ଶେଷରେ କୃଷ୍ଣ ପ୍ରତିପଦ ଆରମ୍ଭ ବେଳକୁ ଚନ୍ଦ୍ରର ଅନ୍ତରାଂଶ ୧୮୦° ହୁଏ । ଏହି ରୀତିରେ ଗଣିତ ତିଥିର ପ୍ରବେଶ କାଳ ଦିନ ବା ରାତିର ଯେ କୌଣସି ସମୟରେ ହୋଇପାରେ । ବୈଶାଖ ପୂର୍ଣ୍ଣିମା ଦିନ ଚନ୍ଦ୍ର ବିଶାଖା ନକ୍ଷତ୍ରରେ ଥାଏ, ଜ୍ୟେଷ୍ଠ ପୂର୍ଣ୍ଣିମା ଦିନ ଜ୍ୟେଷ୍ଠା ନକ୍ଷତ୍ରରେ ଥାଏ ଇତ୍ୟାଦି । ଚାନ୍ଦ୍ରମାସମାନଙ୍କର ନାମକରଣ ଏହି ବିଧିରେ ହୁଏ । ଚାନ୍ଦ୍ରମାସର ଗଣନା ଦୁଇ ପ୍ରକାର ହୁଏ, ଯଥା ଅମାନ୍ତ ଓ ପୂର୍ଣ୍ଣିମାନ୍ତ । ଅମାନ୍ତ ବିଧିରେ ମାସ ଶୁକ୍ଳ ପ୍ରତିପଦ୍‌ରୁ ଆରମ୍ଭ ହୋଇ ପରବର୍ତ୍ତି ଅମାବସ୍ୟାରେ ଶେଷ ହୁଏ । ପୂର୍ଣ୍ଣିମାନ୍ତ ମାସ କୃଷ୍ଣ ପ୍ରତିପଦ୍‌ରୁ ଆରମ୍ଭ ହୋଇ ପରବର୍ତ୍ତି ପୂର୍ଣ୍ଣିମାରେ ଶେଷ ହୁଏ । ଉଭୟରେ ଶୁକ୍ଳ ପକ୍ଷ ସମାନ । ଓଡିଶାରେ ପୂର୍ଣ୍ଣିମାନ୍ତ ମାସର୍ ବ୍ୟବହାର ହୁଏ । ଅନ୍ୟ ପ୍ରଦେଶମାନଙ୍କରେ ବହୁଳ ବ୍ୟବହାର ହେତୁ ରାଷ୍ଟ୍ରୀୟ ପଞ୍ଜିକାରେ ଅମାନ୍ତ ମାସର ବ୍ୟବହାର କରା ଯାଇଛି । ପାରମ୍ପରିକ ରୀତି ଅନୁସାରେ ସୂର୍ଯ୍ୟୋଦୟ କାଳରେ ଯେଉଁ ତିଥି ଭୋଗ ହେଉ ଥାଏ ଦିନମାନ ସେହି ତିଥି ଗଣା ହୁଏ । ସେହି ଦିନ ମଧ୍ୟରେ ଉକ୍ତ ତିଥି ଭୋଗ ହୋଇ ପରବର୍ତ୍ତି ତିଥି ଆରମ୍ଭ ହୋଇ ପାରେ । ତେଣୁ ତିଥିର ଦୈନିକ ଭୋଗକାଳ ପାଞ୍ଜିରେ ଦିଆ ଯାଇଥାଏ । ସୂର୍ଯ୍ୟ ଓ ଚନ୍ଦ୍ରର ଗତିର ବିଷମତା ହେତୁ ବେଳେ ବେଳେ ଗୋଟିଏ ଦିନମାନର ଅବଧି ଭିତରେ ଗୋଟିଏ ତିଥିର ଭୋଗ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ହୁଏ । ଏହି ତିଥିର ଆରମ୍ଭ ସୂର୍ଯ୍ୟୋଦୟ ପରେ ହୁଏ ଏବଂ ପରବର୍ତ୍ତି ସୂର୍ଯ୍ୟୋଦୟ ପୂର୍ବରୁ ଶେଷ ହୁଏ । ଏହାକୁ କ୍ଷୟା ତିଥି କହନ୍ତି । ପ୍ରଥମ ସୂର୍ଯ୍ୟୋଦୟ ଏହାର ପୂର୍ବ ତିଥିରେ ଏବଂ ପରବର୍ତ୍ତି

ସୂର୍ଯ୍ୟୋଦୟ ଏହାର ପର ତିଥିରେ ପଡୁ ଥିବାରୁ ଏହି ତିଥିଟି ଗଣା ଯାଏ ନାହିଁ । ହିନ୍ଦୁ ପରମ୍ପରାରେ ଅଧିକାଂଶ ପର୍ବ ପର୍ବାଣି ତିଥି ଅନୁସାରେ ହୁଏ ।

ସଂପାତ ମାସ (Equinauctical month)

ଚନ୍ଦ୍ର କ୍ରମାନ୍ୱୟେ ଦୁଇବାର ସଂପାତ ବିନ୍ଦୁ ଅତିକ୍ରମ କରିବାର ଅବଧିକୁ ସଂପାତ ମାସ କହନ୍ତି । ସଂପାତ ମାସର ଅବଧି ନାକ୍ଷତ୍ର ମାସର ଅବଧିରୁ ୭ ସେକେଣ୍ଡ କମ୍ ହୁଏ । ଏହାର କାରଣ ଅୟନ ଚଳନ ।

ପାତ ମାସ (Nodal month)

ଚନ୍ଦ୍ର ଗୋଟିଏ ପାତରୁ ଯାଇ ପୁଣି ଥରେ ସେହି ପାତରେ ପହଞ୍ଚିବାର ସମୟକୁ ପାତ ମାସ କୁହାଯାଏ । ପାତର ଚଳନ ହେତୁ ଏହାର ଅବଧି ଅନ୍ୟ ମାସମାନଙ୍କରୁ ଭିନ୍ନ ହୁଏ । ଏହି ମାସର ଅବଧି ଗ୍ରହଣ ପରାଗ ଆଦି ଗଣନାରେ କାମରେ ଲାଗେ ।

ପରିଭୂ ମାସ (Anomalous month)

ଚନ୍ଦ୍ରର କ୍ରମାନ୍ୱୟେ ପରିଭୂ (Perigee) ଅତିକ୍ରମ କରିବାର ଅବଧିକୁ ପରିଭୂ ମାସ କହନ୍ତି । ସୂର୍ଯ୍ୟର ପ୍ରବଳ ମହାକର୍ଷଣ ପ୍ରଭାବ ହେତୁ ଚନ୍ଦ୍ରକକ୍ଷର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ହୁଏ । ତେଣୁ ଏହି ମାସ ଅନ୍ୟ ମାସମାନଙ୍କରୁ ଭିନ୍ନ ହୁଏ । ଏହାର ଅବଧି ୨୭.୫୫ ଦିନ ।

ବର୍ଷ

ଭଚକ୍ରଭ୍ରମଣାତ୍‌ଭାନୋର୍ଭବତି ନରବତ୍ସରଃ

ସୂର୍ଯ୍ୟ କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତରେ ଥରେ ବୁଲି ଆସିଲେ ନର ଲୋକରେ ଏକ ବର୍ଷ ହୁଏ । ମାତ୍ର କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତସ୍ଥ ବିଭିନ୍ନ ବିନ୍ଦୁ ଚଳମାନ ହୋଇଥିବାରୁ ବିଭିନ୍ନ ବର୍ଷର ଅବଧି ସାମାନ୍ୟ ଭିନ୍ନ ହୁଏ । ତାହାର ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ସୂଚନା ତଳେ ଦିଆଗଲା ।

ନାକ୍ଷତ୍ର ବର୍ଷ (Siderial year)

ସ୍ଥିରତାରାମାନଙ୍କ ପରିପ୍ରେକ୍ଷିରେ ପୃଥିବୀର ଏକ ପରିକ୍ରମା କାଳକୁ ଏକ ନାକ୍ଷତ୍ର ବର୍ଷ କହନ୍ତି । ଏହି ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ସୂର୍ଯ୍ୟ କୌଣସି ଗୋଟିଏ ସ୍ଥିରତାରା ପାଖରୁ ଯାଇ ପୁଣି ସେହି ପୂର୍ବ ସ୍ଥାନକୁ ଫେରି ଆସେ । ଭାରତୀୟ ସିଦ୍ଧାନ୍ତମାନଙ୍କରେ ଏହାକୁ ସୂର୍ଯ୍ୟର ଏକ ଭଗଣ କୁହା ଯାଏ । ଏହାର ଅବଧି ୩୬୫.୨୫୬ ମାଧ୍ୟ ସୌର ଦିନ । ଆମର ପାରମ୍ପରିକ ରୀତିରେ ଗଣିତ ସୌରମାନ ବର୍ଷ

ନାକ୍ଷତ୍ର ବର୍ଷ ଅଟେ । ନିରୟଣ ମେଷାଦ୍ୟ ବିନ୍ଦୁର କ୍ରମାନ୍ୱୟେ ଦୁଇଟି ଅତିକ୍ରମଣର ଅବଧିକୁ ସୌରମାନ ବର୍ଷ କୁହା ଯାଏ । ଏହି ବିନ୍ଦୁ ସ୍ଥିରତାରାମାନଙ୍କପରିପ୍ରେକ୍ଷିରେ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହେଉ ଥିବାରୁ ଏହାର କୌଣସି ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ନାହିଁ । ଏହି ବର୍ଷମାନ ଋତୁନିଷ୍ଠ ନୁହନ୍ତି । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ପଣା ସଂକ୍ରାନ୍ତି କଥା ବିଚାର କରା ଯାଉ । ଏହାର ଅନ୍ୟ ନାମ ମହାବିଷୁବ ସଂକ୍ରାନ୍ତି । ଏହା ଏବେ ପଡୁଛି ଏପ୍ରିଲ୍ ୧୩ ତାରିଖରେ । ସେଦିନ ସୂର୍ଯ୍ୟ ନିରୟଣ ମେଷାଦ୍ୟ ଅତିକ୍ରମ କରନ୍ତି, ମାତ୍ର ମାର୍ଚ୍ଚ ୨୨ ତାରିଖରୁ ବିଷୁବ ରେଖା ପାରି ହୋଇ ଯାଇଥାନ୍ତି । ସୂର୍ଯ୍ୟର ସ୍ଥିତି ଅନୁସାରେ ଋତୁମାନ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହେଉ ଥିବାରୁ ଆଜିକାର ପଣା ସଂକ୍ରାନ୍ତି ଆଉ ବିଷୁବ ସଂକ୍ରାନ୍ତି ନୁହେଁ। ୧୮୫ ଖ୍ରୀଷ୍ଟାବ୍ଦରେ ଏହି ଦିନ ସୂର୍ଯ୍ୟ ବିଷୁବରେଖା ଅତିକ୍ରମ କରୁଥିଲେ ଏବଂ ସେହିଦିନୁ ସେଦିନଟି ମହାବିଷୁବ ସଂକ୍ରାନ୍ତି ନାମରେ ଚଳି ଆସୁଛି ।

ସୌର ବର୍ଷ (Tropical year)

ସୂର୍ଯ୍ୟର କ୍ରମାନ୍ୱୟେ ଦୁଇବାର ବସନ୍ତ ସଂପାତ ଅତିକ୍ରମଣର ଅବଧିକୁ ସଂପାତ ବର୍ଷ ବା ସୌର ବର୍ଷ କୁହା ଯାଏ । ଭାରତୀୟ ପାରମ୍ପରିକ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନରେ ଏହାକୁ ସାୟନ ବର୍ଷ କହନ୍ତି । ସୂର୍ଯ୍ୟର ବସନ୍ତ ସଂପାତ ପର ଦିନ ଏହି ବର୍ଷର ଆରମ୍ଭ ହୁଏ । ବସନ୍ତ ସଂପାତ ସହ ଏହି ସଂପର୍କ ରକ୍ଷା କରୁ ଥିବାରୁ ସାୟନ ମାସ ମାନେ ଋତୁନିଷ୍ଠ ହୁଅନ୍ତି ।

ସାବନ ବର୍ଷ (Civil year)

ସାୟନ ବର୍ଷର ଦିନ ସଂଖ୍ୟା ଏକ ପୂର୍ଣ୍ଣ ସଂଖ୍ୟା ନୁହେଁ । ସେଥପାଇଁ ତାହା ସାଧାରଣ ବ୍ୟବହାର ପାଇଁ ଉପଯୁକ୍ତ ନୁହେଁ । ସେଥି ପାଇଁ ଏକ ୩୬୫ ଦିନିଆ ସାବନ ବର୍ଷର ବ୍ୟବହାର ହୁଏ । ବାକୀ ଭଗ୍ନାଂଶର ସଂଶୋଧନ ପାଇଁ ପାଶ୍ଚାତ୍ୟ ରୀତିରେ ପ୍ରତି ଚାରି ବର୍ଷରେ ଏକ ଅଧିବର୍ଷ ହୁଏ । ଶତକ ବର୍ଷମାନ ଅଧିବର୍ଷ ହୁଏ ନାହିଁ, ମାତ୍ର ୪୦୦ରେ ବିଭାଜ୍ୟ ବର୍ଷ ସବୁ ଅଧିବର୍ଷରେ ଗଣା ହୁଏ । ଭାରତୀୟ ନିରୟଣ ପଦ୍ଧତିରେ ଗଣିତ ବର୍ଷରେ ଏ ପ୍ରକାର ସଂଶୋଧନର ଆବଶ୍ୟକତା ନାହିଁ । ଏହି ସୌରମାନ ରୀତିରେ ଗଣିତ ମାସମାନ ସୂର୍ଯ୍ୟର ଗତି ସହ ସଂପୃକ୍ତ ଥିବାରୁ ସଂଶୋଧନ ଆପେ ଆପେ ହୁଏ ।

ଇସଲାମୀୟ ପାଞ୍ଜିରେ କେବଳ ଚାନ୍ଦ୍ରମାନ ବର୍ଷ ଚଳେ ଏବଂ ବାର ମାସରେ ଏକ ବର୍ଷ ହିସାବ ହୁଏ । ସେଥି ପାଇଁ ସେମାନଙ୍କ ମାସ ସବୁ ଋତୁନିଷ୍ଠ ନୁହନ୍ତି । ମହରମ୍, ଇଦୁଲ୍‌ଫିତର୍ ଏବଂ ଇଦୁଦ୍‌ଜୁହା ଆଦି ପର୍ବମାନ କୌଣସି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଋତୁରେ ପଡନ୍ତି ନାହିଁ ।

ପରିସୂର୍ଯ୍ୟ ବର୍ଷ (Anomalous year)

ପୃଥିବୀ କ୍ରମାନ୍ୱୟେ ପରିସୂର୍ଯ୍ୟ ଅତିକ୍ରମ କରିବାର ଅବଧିକୁ ପରିସୂର୍ଯ୍ୟ ବର୍ଷ କହନ୍ତି । ଏହା ସୂର୍ଯ୍ୟର କ୍ରମାନ୍ୱୟେ ଦୁଇଟି ଶୀଘ୍ରୋଚ୍ଚର ଅନ୍ତର ଅଟେ । ଅନ୍ୟ ଗ୍ରହମାନଙ୍କ ବିକ୍ଷୋଭନ ଏବଂ ସାଧାରଣ ଆପେକ୍ଷିକ ତତ୍ତ୍ୱର ଅତି ସୂକ୍ଷ୍ମ ଗଣନାରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ଫଳରୁ ଜଣାଯାଏ ଯେ ପୃଥିବୀର କକ୍ଷର ସାମାନ୍ୟ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଅଛି ।

ଭାରତୀୟ ସୌର-ଚାନ୍ଦ୍ର ପଞ୍ଜିକା (Indian Luni-Solar almanac)

ହିନ୍ଦୁ ପରମ୍ପରାରେ ସୌରମାନ ଓ ଚାନ୍ଦ୍ରମାନ ମାସ ଉଭୟର ମହତ୍ତ୍ୱ ରହିଛି । ସଂକ୍ରାନ୍ତି ପାଳନ ସୌରମାନ ହିସାବରେ ହୁଏ, ମାତ୍ର ଅନ୍ୟ ପ୍ରାୟ ସବୁ ପର୍ବ ପର୍ବାଣି ତିଥି ଅନୁସାରେ ପାଳିତ ହୁଏ । ଚାନ୍ଦ୍ରମାନ ମାସସବୁ ଋତୁନିଷ୍ଠ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ । ଦୋଳ ପୂର୍ଣ୍ଣିମା କେବଳ ବସନ୍ତ ଋତୁରେ ଏବଂ ଦଶହରା ଶରତ୍ ଋତୁରେ ପଡିବା ଜରୁରି । ସେଥିପାଇଁ ସୌର ଓ ଚାନ୍ଦ୍ର ମାସଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ସମନ୍ୱୟ ଆବଶ୍ୟକ ।

ସୌରମାନ ଓ ଚାନ୍ଦ୍ରମାନ ମାସମାନଙ୍କ ଭିତରେ ସାମଞ୍ଜସ୍ୟ ରକ୍ଷା କରିବା ପାଇଁ ଆମ ପାଞ୍ଜିରେ ଅଧିକ ମାସର ବ୍ୟବସ୍ଥା ହୋଇଛି । ଗୋଟିଏ ଚାନ୍ଦ୍ର ମାସରେ ୨୯.୫ ଦିନ ଏବଂ ୧୨ମାସର ଅବଧି ହୁଏ ୩୫୪ ଦିନ । ସାବନ ସୌର ବର୍ଷର ଅବଧି ୩୬୫ ଦିନ । ପ୍ରତି ବର୍ଷ ସୌରମାନ ଓ ଚାନ୍ଦ୍ରମାନ ବର୍ଷରେ ୧୧ ଦିନ ଫରକ୍ ରହେ । ପ୍ରତି ୨.୫-୩ ବର୍ଷରେ ଏହା ଏକ ଚାନ୍ଦ୍ରମାସରୁ ବଳାଇ ଯାଏ । ସେ ବର୍ଷ ଗୋଟିଏ ଚାନ୍ଦ୍ର ମାସ ଅଧିକ ଗଣା ହୁଏ । ଏହାକୁ ଅଧିକ ମାସ ବା ମଳ ମାସ କୁହା ଯାଏ । ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟା ଦ୍ୱାରା ଚାନ୍ଦ୍ର ମାସଗୁଡିକ ଋତୁନିଷ୍ଠ ହୁଅନ୍ତି । ଏହି ଅଧିକ ମାସକୁ ଇଂରାଜିରେ Intercalary month କହନ୍ତି । ସାଧାରଣତଃ ଯେଉଁ ଚାନ୍ଦ୍ରମାସରେ କୌଣସି ସଂକ୍ରାନ୍ତି ପଡେ ନାହିଁ, ତାହା ମଳମାସ ହୁଏ ।

ସ୍ଥାନୀୟ ସମୟ (Local time)

ସୂର୍ଯ୍ୟର ଦୈନିକ ଗତିରୁ ଗଣିତ ସମୟକୁ ସ୍ଥାନୀୟ ସମୟ କୁହା ଯାଏ । ସୂର୍ଯ୍ୟର ସ୍ଥାନୀୟ ମାଧ୍ୟନ୍ଦିନ ରେଖା ଅତିକ୍ରମଣ କାଳ ସେଠାକାର ସ୍ଥାନୀୟ ମଧ୍ୟାହ୍ନ । ସେତେ ବେଳକୁ ସେ ଜାଗାର ପୂର୍ବକୁ ଥିବା ସବୁଠି ସୂର୍ଯ୍ୟ ମାଧ୍ୟନ୍ଦିନ ରେଖା ପାର ହୋଇ ଗଲେଣି, ତେଣୁ ସେ ସବୁଠି ଅପରାହ୍ନ । ମାତ୍ର ସେ ସ୍ଥାନର ପଶ୍ଚିମକୁ ଥିବା ଜାଗାମାନଙ୍କରେ ସେତେବେଳେ ପୂର୍ବାହ୍ନ । ମଧ୍ୟରାତ୍ରିକୁ 0 ଘଣ୍ଟା ଧରିଲେ ମଧ୍ୟାହ୍ନ ୧୨ରେ ହେବ । ସୂର୍ଯ୍ୟ ୩୬0 ଡିଗ୍ରୀ କୋଣ ଘୂରିବାକୁ ୨୪ ଘଣ୍ଟା ନିଏ । ତେଣୁ

ପୃଥିବୀର ପ୍ରତି ୧ ଡିଗ୍ରୀ ଦ୍ରାଘିମା ଅନ୍ତରରେ ୪ମିନିଟ୍ ସମୟ ଅନ୍ତର ହୁଏ । ସୂର୍ଯ୍ୟଘଡିରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ସମୟ ଏହି ସ୍ଥାନୀୟ ସମୟ । କୌଣସି ସ୍ଥାନର ଦ୍ରାଘିମା ଜାଣିବାକୁ ହେଲେ ସେ ସ୍ଥାନର ସ୍ଥାନୀୟ ସମୟ ସହ ସାର୍ବତ୍ରିକ ସମୟର ତତ୍କାଳ ଅନ୍ତର ଜାଣିବା ଆବଶ୍ୟକ । ଆମ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ସାହିତ୍ୟରେ ଏହାକୁ ଦେଶାନ୍ତର ସଂସ୍କାର କହନ୍ତି ।

ମାନକ ସମୟ (Standard time)

ବିଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନର ସ୍ଥାନୀୟ ସମୟ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ହେଉଥିବାରୁ କାମ କାର୍ଯ୍ୟରେ ବଡ ଅସୁବିଧା ହୁଏ । ଗୋଟିଏ ଦେଶରେ ସବୁ ଆଡେ ଗୋଟିଏ ସମୟ ହେବା ଉଚିତ୍ । ସାଧାରଣତଃ ପ୍ରତି ୧୫ ଡିଗ୍ରୀ ଦ୍ରାଘିମା ବ୍ୟବଧାନରେ ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ ସମୟାଞ୍ଚଳ ଗଣା ଯାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ସମୟାଞ୍ଚଳ ମଧ୍ୟରେ ସମୟର ବ୍ୟବଧାନ ୧ ଘଣ୍ଟା । ତା ଛଡା ପ୍ରତ୍ୟେକ ଦେଶ ତାଙ୍କ ସୁବିଧା ଅନୁଯାୟୀ ଗୋଟିଏ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦ୍ରାଘିମାର ସ୍ଥାନୀୟ ସମୟକୁ ସେ ଦେଶର ମାନକ ସମୟ ଭାବେ ଗ୍ରହଣ କରି ଥାନ୍ତି । ୮୨.୫ଡିଗ୍ରୀ ଦ୍ରାଘିମାର ସ୍ଥାନୀୟ ସମୟକୁ ସାରା ଭାରତର ମାନକ ସମୟ ଭାବେ ସ୍ୱୀକାର କରା ଯାଏ । ଏହା ଉଜ୍ଜୟିନୀର ଦ୍ରାଘିମା ।

ସାର୍ବତ୍ରିକ ସମୟ (Universal time)

ଗ୍ରୀନ୍‌ୱିଚ୍‌ର ଦ୍ରାଘିମାକୁ ୦ଡିଗ୍ରୀ ଧରା ଯାଏ ଏବଂ ସେଠାକାର ମାଧ୍ୟ ସମୟକୁ ଗ୍ରୀନ୍‌ୱିଚ୍ ମାଧ୍ୟ ସମୟ ବା ସାର୍ବତ୍ରିକ ସମୟ କୁହା ଯାଏ । ଏହା ମଧ୍ୟରାତ୍ରିରୁ ମଧ୍ୟରାତ୍ରି ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ୨୪ ଘଣ୍ଟା ଗଣା ଯାଏ । ଏଥିରେ ୧୨ରୁ ଅଧିକ ସଂଖ୍ୟାକୁ ଅପରାହ୍ନ ଏବଂ ୧୨ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସଂଖ୍ୟାକୁ ପୂର୍ବାହ୍ନ ବୁଝିବାକୁ ହେବ । ଭାରତୀୟ ମାନକ ସମୟ ସାର୍ବତ୍ରିକ ସମୟରୁ ୫.୫ ଘଣ୍ଟା ଆଗରେ । ସାର୍ବତ୍ରିକ ସମୟ ୧୨ଟା ବେଳେ ଭାରତୀୟ ମାନକ ସମୟ ୧୭.୫ ଘଣ୍ଟା ବା ଅପରାହ୍ନ ୫.ଟା ୩୦ ମିନିଟ୍ ।

ଆନ୍ତର୍ଜାତୀୟ ତାରିଖ ରେଖା (International date line)

ଗ୍ରୀନ୍‌ୱିଚ୍‌ରୁ ଆରମ୍ଭ କରି ପୂର୍ବକୁ ଗଲେ ପ୍ରତି ୧୫ ଡିଗ୍ରୀରେ ଏକ ଘଣ୍ଟା କରି ସମୟ ଆଗକୁ ହୁଏ ଏବଂ ପଶ୍ଚିମକୁ ଗଲେ ଏକଘଣ୍ଟା କରି ପଛକୁ ହୁଏ । ୧୮୦ ଡିଗ୍ରୀ ଦ୍ରାଘିମାରେ ଦୁଇ ଆଡୁ ଗଣତିରେ ୨୪ ଘଣ୍ଟାର ଫରକ୍ ହୁଏ ଓ ଏହି ଦ୍ରାଘିମା ରେଖାର ଦୁଇ ପଟେ ଦୁଇଟି ତାରିଖ ଗଣା ଯାଏ । ତେଣୁ ଏହାକୁ ଭୌଗୋଳିକ ତାରିଖ ରେଖା (Geographical date line) କୁହା ଯାଏ । କୌଣସି ଭୂଖଣ୍ଡରେ ଦୁଇଟି ତାରିଖ ହେବା ଅସୁବିଧାଜନକ । ତେଣୁ ତାରିଖ ରେଖାକୁ କେବଳ ଆନ୍ତର୍ଜାତିକ ସମୁଦ୍ର ଭିତରେ ଟଣା ଯାଇଛି । ଏହାକୁ ଆନ୍ତର୍ଜାତିକ ତାରିଖ ରେଖା କୁହା ଯାଏ ଏବଂ ଏହାକୁ ପାର

ହେଲା ବେଳେ ତାରିଖ ବଦଳି ଯାଏ । ପଶ୍ଚିମରୁ ପୂର୍ବକୁ ଗଲା ବେଳେ ତାରିଖ ବଢି ଯାଏ ଏବଂ ଓଲଟା ଦିଗରେ ଗଲେ ଗୋଟିଏ ତାରିଖ ଛାଡି ଦିଆଯାଏ ।

ପୃଥିବୀର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ବେଗ ଏବଂ କକ୍ଷ ଗତିର ବେଗ ସର୍ବଦା ସମାନ ରହେ ନାହିଁ । ଚନ୍ଦ୍ର ଓ ସୂର୍ଯ୍ୟର ଜୁଆରି ପ୍ରଭାବ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ଗ୍ରହମାନଙ୍କ କ୍ଷୋଭନ ହେତୁ ଏହି ବେଗରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ । ତେଣୁ ଏହା ଉପରେ ପ୍ରତିଷ୍ଠିତ ସମୟ ଗଣନା ପଦ୍ଧତିରେ ସଂସ୍କାର ଆବଶ୍ୟକ । ସୂର୍ଯ୍ୟ, ଚନ୍ଦ୍ର ଓ ଅନ୍ୟ ଗ୍ରହମାନଙ୍କର ଗତିକୁ ଧ୍ୟାନରେ ରଖି ଅନ୍ୟ ଏକ ମାନକ ସମୟର ଅବତାରଣା କରା ଯାଇଛି । ଏହାକୁ ମୂଳପଞ୍ଜିକା ସମୟ (Ephemeris time) କହନ୍ତି । ଏହା ସାର୍ବତ୍ରିକ ସମୟରୁ ସାମାନ୍ୟ ଫରକ୍ । ସବୁ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀୟ ହିସାବରେ ଏହି ସମୟର ବ୍ୟବହାର ହୁଏ ।

ସମୟ ସମୀକରଣ (Equation of time)

ସୂର୍ଯ୍ୟଘଡିର ସମୟ ସ୍ଥାନୀୟ ସମୟ । ଏହାକୁ ମାନକ ସମୟରେ ପରିଣତ କରିବାକୁ ହେଲେ କେତେକ ସଂସ୍କାର ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ । ମାନକ ସମୟ ରକ୍ଷା କରୁ ଥିବା ସୂର୍ଯ୍ୟ ଏକ କଳ୍ପିତ ସୂର୍ଯ୍ୟ । ଏହା ବିଷୁବ ବୃତ୍ତ ଉପରେ ସଦା ସମଗତିରେ ଚାଲେ । ବାସ୍ତବ ସୂର୍ଯ୍ୟ କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତରେ ଅବସ୍ଥିତ ଏବଂ ଏହାର ବେଗ ବର୍ଷସାରା ବଦଳୁ ଥାଏ । ସୂର୍ଯ୍ୟଘଡିର ଛାୟାରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ସମୟରେ ଏକ ସଂସ୍କାର କରି ମାନକ ସମୟ ଆଣିବାକୁ ହୁଏ । ଏହି ସଂସ୍କାରକୁ ସମୟ ସମୀକରଣ କହନ୍ତି । ଏହାର ପରିମାଣ ବର୍ଷସାରା ବଦଳୁ ଥାଏ । କୌଣସି ଦିନ ପାଇଁ ଏହାର ମୂଲ୍ୟ ଏକ ସାରଣୀ ବା ଆରେଖରୁ ନିଆ ଯାଏ ।

ସମୟର ତାତ୍ତ୍ୱିକ ଦିଗନ୍ତ ଓ ଆପେକ୍ଷିକ ତତ୍ତ୍ୱ

(Theoretical aspects of time and the Theory of Relativity)

ପାରମ୍ପରିକ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନର ପରମ ସମୟ ଅନାଦି, ଅନନ୍ତ ଓ ସଦା ସମବେଗରେ ପ୍ରବାହିତ । ଏହାର ପୃଷ୍ଠଭୂମିରେ ସବୁ ଘଟଣା ଘଟେ । ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍‌ଙ୍କ ପ୍ରଣୀତ ଆପେକ୍ଷିକ ତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁସାରେ ଆଲୋକର ଗତି ସବୁ ଦର୍ଶକଙ୍କ ପାଇଁ ସମାନ । ଆଇନଷ୍ଟାଇନ ପ୍ରମାଣ କରି ଦେଖାଇଲେ ଯେ ପରମ ସମୟର ପାରମ୍ପରିକ ଧାରଣା ଭ୍ରମାତ୍ମକ । ସମୟର ଗତି ସମସ୍ତଙ୍କ ପାଇଁ ସମାନ ନୁହେଁ । ଏହାର ଧାରଣା ଘଟଣାଭିତ୍ତିକ ଏବଂ ଏହାର ବେଗ ପରସ୍ପର ପ୍ରତି ଆପେକ୍ଷିକ ଗତିରେ ଚଳମାନ ବିଭିନ୍ନ ଦର୍ଶକଙ୍କ ପାଇଁ ଭିନ୍ନ । ଭିନ୍ନ ଗତିରେ ଚଳମାନ ଦର୍ଶକମାନେ ଘଟଣାବଳିର କ୍ରମ ଅଲଗା ଦେଖିବେ । ସେମାନଙ୍କ ପାଇଁ ସମୟର ଗତି ଅସମାନ ହେବ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଦର୍ଶକର ଅନୁଭୂତି ବାସ୍ତବ ଏବଂ କାହାରିକୁ ପରମ ଆଖ୍ୟା ଦେବା ଅସମ୍ଭବ । ବିଜ୍ଞାନ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହା ଥିଲା ଏକ ବୈପ୍ଳବିକ

ଭାବଧାରା । ଏହାର ଫଳସ୍ୱରୂପ ଦ୍ରୁତ ବେଗରେ ଗତିକରି ସମୟର ବେଗକୁ କମାଇ ହେବ । ଏହାକୁ ସମୟ ପ୍ରସାରଣ (Dilatation of time) କୁହାଯାଏ, ଏବଂ ଏହା ପରୀକ୍ଷାଗାରରେ ବହୁଳ ପରୀକ୍ଷିତ ସତ୍ୟର ମାନ୍ୟତା ଲାଭ କରିଛି । ଏହି ତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁସାରେ ଆଲୋକର ବେଗରେ ଗତି କଲେ ସମୟ ସ୍ଥିର ରହିଯିବ ଏବଂ ତଦୂର୍ଦ୍ଧ ବେଗରେ ସମୟ ଉଜାଣି ବହିବ । ତାହା ହେଲେ କାର୍ଯ୍ୟ କାରଣର କ୍ରମ ବଦଳି ଯିବ । କାରଣ ପଛେ କାର୍ଯ୍ୟ ଆଗେ ହେଲା ପରି ଦିଶିବ । ବାସ୍ତବ ଜଗତରେ ଏହା ଅସମ୍ଭବ, ତେଣୁ କୌଣସି ଦର୍ଶକ ପକ୍ଷରେ ଆଲୋକର ବେଗକୁ ଟପିବା ଅସମ୍ଭବ । ଏହି କାରଣ ଏବଂ ଅନ୍ୟ କେତେକ କାରଣ ହେତୁ ମହାଶୂନ୍ୟରେ ଆଲୋକର ବେଗକୁ ଏକ ଅଲଂଘନୀୟ ସର୍ବୋଚ୍ଚ ବେଗର ମାନ୍ୟତା ଦିଆଯାଇଛି । ଭାରତୀୟ ମୂଳର ଆମେରିକୀୟ ତାତ୍ତ୍ୱିକ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀ ଜର୍ଜ ସୁଦର୍ଶନ ଆଲୋକଠାରୁ ଦ୍ରୁତତର ଏକ କଣିକାର ପ୍ରସ୍ତାବନା କରିଛନ୍ତି । ଏହାର ନାମ ଦେଇଛନ୍ତି ଟାକିଅନ୍ । ଏହା ଏପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଆବିଷ୍କୃତ ହୋଇନାହିଁ ।

ବ୍ରହ୍ମବିସ୍ଫୋଟ ଓ ସମୟର ଆଦି (Big bang and the beginning of time)

ଆଧୁନିକ ସୃଷ୍ଟିତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁସାରେ ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡର ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁ ଓ ଶକ୍ତି ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରେ ଠୁଳ ଥିଲା । ସେଠାର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ତାପମାତ୍ରା ଅକଳ୍ପନୀୟ ଥିଲା । ସେତେବେଳେ ପରମାଣୁର ଉପାଦାନମାନ ଯଥା ପ୍ରୋଟନ୍, ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍, ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଆଦି ଆହୁରି ମୌଳିକ ରୂପରେ ଥିଲେ । ହଠାତ୍ ସେଥିରେ ଏକ ପ୍ରଚଣ୍ଡ ସମ୍ପ୍ରସାରଣ ସୃଷ୍ଟି ହେଲା । ଏହାକୁ ବ୍ରହ୍ମବିସ୍ଫୋଟ କହନ୍ତି । ସେହି ସମ୍ପ୍ରସାରଣ ଏବେ ମଧ୍ୟ ଚାଲିଛି, ଏବଂ ଏହା ଫଳରେ ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ ଗାଲାକ୍ସିମାନ ଆହୁରି ଦୂରେଇ ଯାଉଛନ୍ତି । ବ୍ରହ୍ମବିସ୍ଫୋଟର ପୂର୍ବବର୍ତ୍ତୀ ଘଟଣାବଳିର ସ୍ମୃତି ବିଲୁପ୍ତ ହୋଇ ଯାଇଛି । ସ୍ଥାନ-କାଳର ଅୟମାରମ୍ଭ ଏଇ ବ୍ରହ୍ମବିସ୍ଫୋଟରୁ ବୋଲି ଏହି ସୃଷ୍ଟିତତ୍ତ୍ୱର ଏକ ମୁଖ୍ୟ ପ୍ରତିପାଦ୍ୟ । ସମୟ ଅନନ୍ତ କି? ଜାତସ୍ୟହି ଧ୍ରୁବୋ ମୃତ୍ୟୁ ର୍ଧ୍ରୁବଂ ଜନ୍ମ ମୃତସ୍ୟ ଚ, ଗୀତାର ଏହି ଉକ୍ତି ସମୟ ପ୍ରତି ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ କି?

ବ୍ରହ୍ମବିସ୍ଫୋଟରେ ତତ୍ପୂର୍ବବର୍ତ୍ତୀ ସମସ୍ତ ଘଟଣାର ସ୍ମୃତି ପୋଛି ହୋଇଗଲା । ସମୟ ଯଦି ଘଟଣାଭିତ୍ତିକ ହୁଏ ତେବେ ଏହାକୁ ସମୟର ବିନାଶ ବୋଲି ମାନିବାକୁ ହେବ । ଯୁକ୍ତିଛଳରେ ମାନି ନିଆଯାଉ ଯେ ସମୟ ପୂର୍ବରୁ ନ ଥିଲା ଏବଂ ବ୍ରହ୍ମବିସ୍ଫୋଟରେହିଁ ଏହାର ଉତ୍ପତ୍ତି । ତେବେ ପୁଣି କେବେ ବ୍ରହ୍ମବିସ୍ଫୋଟର ପୂର୍ବବର୍ତ୍ତୀ ଅବସ୍ଥା ଫେରିବ କି? ଏହାର ଉତ୍ତର ଦିଏ ସାଧାରଣ ଆପେକ୍ଷିକ ତତ୍ତ୍ୱ (General theory of relativity) । ବିଶ୍ୱର ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁ ପରସ୍ପରକୁ ଆକର୍ଷଣ କରନ୍ତି ଏବଂ ଏହା ଫଳରେ ବିଶ୍ୱ ସମ୍ପ୍ରସାରଣ ମନ୍ଦିତ ହୋଇ ଶେଷରେ ବନ୍ଦ ହୋଇ ଯିବା ଉଚିତ । ସାରା ବିଶ୍ୱର

ସାନ୍ଦ୍ରତା ଏକ କ୍ରାନ୍ତିକ ମୂଲ୍ୟରୁ କମ୍ ହେଲେ ସାରା ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡର ସ୍ୱମହାକର୍ଷଣ (Self gravitation) ବିଶ୍ୱ ସମ୍ପ୍ରସାରଣକୁ ରୋକିବାରେ ସମର୍ଥ ହେବନାହିଁ । ତାତ୍ତ୍ୱିକ ଦୃଷ୍ଟିକୋଣରୁ ଉକ୍ତ କ୍ରାନ୍ତିକ ସାନ୍ଦ୍ରତାର ଆକଳନ କରାଯାଇଛି । ଦୃଶ୍ୟମାନ ବିଶ୍ୱର ଆୟତନ ଏବଂ ବସ୍ତୁତ୍ୱରୁ ସାନ୍ଦ୍ରତାର ଆକଳନ କରାଗଲା । ଏହା କ୍ରାନ୍ତିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ୦.୧ ଭାଗରୁ ବି କମ୍ ବାହାରିଲା । ଏହାର ଅର୍ଥ ବିଶ୍ୱ ସମ୍ପ୍ରସାରଣ ଅନନ୍ତ କାଳ ଯାଏ ଚାଲିବ । ତାରାମାନଙ୍କରୁ ତାପ ବିକିରଣ ହେତୁ ସେମାନେ ଥଣ୍ଡା ହୋଇଯିବେ । ତାପମାତ୍ରାର ପରମ ଶୂନ୍ୟତାରେ ପହଞ୍ଚିବା ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ, ମାତ୍ର ତାପମାତ୍ରା ତାହାର ପାଖକୁ ନିରନ୍ତର ଚାଲୁଥିବ । ଅତି ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ ଗାଲାକ୍ସିମାନ ପ୍ରାୟ ଆଲୋକର ବେଗରେ ଗତି କରୁଥିବେ ଅନନ୍ତ କାଳ ଯାଏ । ଏହି ସମ୍ଭାବନାରେ ସମୟ ଅନନ୍ତ । ଗାଲାକ୍ସିଗୁଚ୍ଛମାନଙ୍କର ଗତିର ଅନୁଧ୍ୟାନ କରି ଜଣାଯାଇଛି ଯେ ସେମାନଙ୍କର ମହାକର୍ଷଣୀୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ (Gravitational mass) ଦୃଶ୍ୟମାନ ବସ୍ତୁତ୍ୱରୁ ଅନେକ ବେଶି ଏବଂ କ୍ରାନ୍ତିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପାଖାପାଖି । ବାକୀ ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ କୃଷ୍ଣ ବସ୍ତୁ (dark matter) କହନ୍ତି ଏବଂ ଏହାର ପ୍ରକୃତି ବିଷୟରେ ବ୍ୟାପକ ଗବେଷଣା ଚାଲିଛି । ଯଦି ବାସ୍ତବ ବସ୍ତୁତ୍ୱ କ୍ରାନ୍ତିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱରୁ ବେଶି ହୁଏ ତେବେ ବିଶ୍ୱସମ୍ପ୍ରସାରଣ ମନ୍ଦିତ ହୋଇ ଦିନେ ନା ଦିନେ ବନ୍ଦ ହୋଇଯିବ । ସେତେବେଳେ ଆରମ୍ଭ ହେବ ବ୍ରହ୍ମ ସଂକୁଚନ (Big crunch) । ବିଶ୍ୱର ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁ ସ୍ୱମହାକର୍ଷଣ ଦ୍ୱାରା ତ୍ୱରିତ ହୋଇ ପରସ୍ପରର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହେବେ ଏବଂ ଦିନେ ପୁଣି ଏକ ବିନ୍ଦୁରେ ଠୁଳ ହେବେ । ସେତେବେଳେ ପୂର୍ବବର୍ତ୍ତୀ ସମସ୍ତ ଅବସ୍ଥାର ସ୍ମୃତି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ବିଲୁପ୍ତ ହେବ ଏବଂ ତତ୍ପୂର୍ବବର୍ତ୍ତୀ ସମୟର ହେବ ମୃତ୍ୟୁ । ଅତ୍ୟାଧୁନିକ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ଓ ଗଣନାରୁ ଜଣାଯାଏ ଯେ ଅଦୃଶ୍ୟ ଶକ୍ତିର (dark energy) ବଶବର୍ତ୍ତି ହୋଇ ବିଶ୍ୱ ସଦା ବିସ୍ତାରଶୀଳ ରହିବ । ତେଣୁ ବ୍ରହ୍ମ ସଂକୁଚନ ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ । ଏହି ଅର୍ଥରେ ସମୟ ଅନାଦି ନ ହେଲେ ବି ଅନନ୍ତ ।

ନିରନ୍ତର ସୃଷ୍ଟି (Continuous creation)

ଏହି ତତ୍ତ୍ୱ ଆଧୁନିକ ସୃଷ୍ଟିବିଜ୍ଞାନର ଏକ ଅନନ୍ୟ ଦିଗନ୍ତ । ବ୍ରିଟିଶ୍ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀ ହର୍ମାନ୍ ବଣ୍ଡିଙ୍କ ପ୍ରସ୍ତାବିତ ଏହି ତତ୍ତ୍ୱ ଫ୍ରେଡ୍ ହଏଲ୍ ଏବଂ ଜୟନ୍ତ ନାର୍ଲିକର୍‌ଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ବିଶେଷ ବିକଶିତ ହୋଇଛି । ଏହି ମତରେ ସମୟ ଅନାଦି ଓ ଅନନ୍ତ । ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡର ସାମୂହିକ ରୂପ ସ୍ଥାୟୀ । ସୃଷ୍ଟି, ସ୍ଥିତି, ବିନାଶର ଲୀଳା ଏଠାରେ ସ୍ଥାନୀୟ ରୂପେ ସର୍ବଦା ଚାଲିଛି। ଏହି ଦୁଇ ବିବଦମାନ ତତ୍ତ୍ୱ ମଧ୍ୟରୁ ବ୍ରହ୍ମବିସ୍ଫୋଟ ତତ୍ତ୍ୱ ଏବେ ମାନକ ମଡେଲ୍‌ର (Standard model) ସ୍ଥାନ ଗ୍ରହଣ କରି ଚାଲିଛି । ବ୍ରହ୍ମବିସ୍ଫୋଟର ଅଭ୍ରାନ୍ତ ପ୍ରମାଣ ରୂପେ ଗୃହୀତ ବିଶ୍ୱ ସମ୍ପ୍ରସାରଣ ଏବଂ ପୃଷ୍ଠଭୂମି ବିକିରଣର ବ୍ୟାଖ୍ୟା ଏହି ତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁଯାୟୀ କରାଯାଉଛି ।

ଆଲୁଅ କଥା -କୁହେ

ନଭପିଣ୍ଡମାନଙ୍କ ସହ ଆମର ଯୋଗାଯୋଗର ଏକମାତ୍ର ମାଧ୍ୟମ ଏକ କ୍ଷୀଣ ଆଲୋକ ରେଖା । ତାହାର ବିଭିନ୍ନ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟରୁ ଆମେ ନଭପିଣ୍ଡ ବିଷୟରେ ଯେତେ ପାରୁ ତଥ୍ୟ ସଂଗ୍ରହ କରୁ ।

ଆଲୋକର ପ୍ରକୃତି

୧. ଅବସ୍ଥିତି - ଆଲୋକ ଉତ୍ସର ଅବସ୍ଥିତିର ସୂକ୍ଷ୍ମ ଗଣନାକୁ ସ୍ଥିତି ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ କୁହାଯାଏ । ଏହାର ସୂକ୍ଷ୍ମ ମାପର ନାମ ଖଗୋଳମିତି (Astrometry) ।

୨. ପରିମାଣ-ଆପତିତ ଆଲୋକର ପରିମାଣ ମାପକୁ ଆଲୋକମିତି (Photometry) କହନ୍ତି ।

୩. ବର୍ଣ୍ଣ- ଏହାର ମାପର ନାମ ବର୍ଣ୍ଣାଳିମିତି (Spectrometry) ଏବଂ ଏହାର ଚିତ୍ରଣକୁ ବର୍ଣ୍ଣାଳି ଚିତ୍ରଣ (Spectrography) କୁହାଯାଏ । ଏ ସବୁର ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ଆଲୋଚନା ନିମ୍ନରେ ଦିଆ ଯାଇଛି ।

ଖଗୋଳରେ ଦେଶ ବିଭାଗ - ତାରାପୁଞ୍ଜ ଓ ତାରାମଣ୍ଡଳ (Constellations)

ଚିଠିରେ ଠିକଣା ଲେଖିଲା ବେଳେ ଆମେ ଦେଶ ପ୍ରଦେଶ, ସହର, ଗଳି ଘର ନମ୍ବର ଇତ୍ୟାଦି ଲେଖିଥାଉ । ସେହିପରି କାହାକୁ ରାସ୍ତା ବତାଇଲା ବେଳେ ଆମେ ବାଟରେ ପଡୁଥିବା ଏବଂ ସହଜରେ ଚିହ୍ନା ପଡୁଥିବା ସ୍ଥାନ ଗୁଡିକର ନିର୍ଦ୍ଦେଶ ଦେଇଥାଉ । ଖଗୋଳରେ ସୂର୍ଯ୍ୟ, ଚନ୍ଦ୍ର ଓ ଗ୍ରହମାନଙ୍କ ସ୍ଥିତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା ପାଇଁ ସ୍ଥିର ତାରାମାନଙ୍କୁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ । ଏହି ତାରାମାନଙ୍କୁ ସହଜରେ ଚିହ୍ନିବା ପାଇଁ ପାଖା ପାଖି ଦିଶୁ ଥିବା ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ତାରାମାନଙ୍କୁ ଯୋଗ କରି କେତେକ ପରିଚିତ ଆକୃତିର କଳ୍ପନା କରାଯାଇଛି । ଏହାକୁ କୁହା ଯାଏ ତାରାପୁଞ୍ଜ (Constellation) । ପ୍ରାଗୈତିହାସିକ ଯୁଗରୁ ଚିହ୍ନିତ ଏହି ତାରାପୁଞ୍ଜମାନ ଏବେ ବି ସେଇ କାମରେ ଲାଗୁଛନ୍ତି । କାଳପୁରୁଷ (Orion) ପୁଞ୍ଜ ଏକ ଶିକାରୀର ଚେହେରା ଧାରଣ କରେ । ତା ପାଖରେ ଥିବା ଶ୍ୱାନ ପୁଞ୍ଜ (Canis major) ଗୋଟିଏ କୁକୁର ପରି ଦିଶେ । ସିଂହ ଓ ବୃଶ୍ଚିକ ପୁଞ୍ଜ ଦୁଇଟି ସେହି ଜୀବଙ୍କ ପରି ଅନେକଟା ଦେଖାଯାନ୍ତି । ମାତ୍ର ଅନ୍ୟ ପୁଞ୍ଜମାନଙ୍କର ରୂପ ଅଧିକ କାଳ୍ପନିକ ମନେ ହୁଏ । ସାଧାରଣରେ କାଳପୁରୁଷ ବୋଲି ଜଣାଥିବା ପୁଞ୍ଜଟି ଗ୍ରୀକ୍‌ମାନଙ୍କ ମତରେ ଶିକାରୀ, ମାତ୍ର ଭାରତୀୟ ମତରେ ମୃଗ ଏବଂ ଏହାର ମୁଣ୍ଡବୋଲାଉ ଥିବା ତିନିଟି ତାରା ମୃଗଶିରା ନକ୍ଷତ୍ର ନାମରେ ପରିଚିତ । ସେହିପରି ଶ୍ୱାନ ପୁଞ୍ଜର ପ୍ରଧାନ ତାରା Siriusର ଭାରତୀୟ ନାମ ବ୍ୟାଧ ବା ଲୁବ୍ଧକ । କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତ ର ପାଖ ଆଖରେ ଥିବା ଅଧିକାଂଶ ପୁଞ୍ଜ ଜୀବମାନଙ୍କ ନାମରେ ନାମିତ ହୋଇ ଥିବାରୁ ଗ୍ରୀକ୍ ଭାଷାରେ ଏହାକୁ Zodiac କହନ୍ତି । ଭାରତୀୟ

ମତରେ ଏହା ରାଶିଚକ୍ର ।

ତାରାପୁଞ୍ଜର ତାରାମାନେ ପରସ୍ପରଠାରୁ ବହୁ ଦୂରରେ ଅବସ୍ଥିତ ଓ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କୌଣସି ଭୌତିକ ସଂପର୍କ ନାହିଁ । ଦ୍ୱିତୀୟତଃ ସେମାନେ ଆମଠାରୁ ବିଭିନ୍ନ ଦୂରତାରେ ଅଛନ୍ତି । ଖାଲି ଖଗୋଳରେ ସେମାନେ ପ୍ରାୟ ଏକା ଦିଗରେ ଥିବାରୁ ଗୋଟିଏ ଆକୃତି ପରି ଦିଶନ୍ତି । ସୂର୍ଯ୍ୟ, ଚନ୍ଦ୍ର ଓ ଗ୍ରହମାନଙ୍କର ସ୍ଥୂଳ ଦିଶା ନିର୍ଦ୍ଦେଶ ଏହି ତାରାପୁଞ୍ଜ ଦ୍ୱାରା କରା ଯାଏ । ବୃହସ୍ପତି ବିଛା ରାଶିରେ ଅଛନ୍ତି କହିବାର ଅର୍ଥ ବୃଶ୍ଚିକ ପୁଞ୍ଜ ଆଡେ ଚାହିଁଲେ ବୃହସ୍ପତି ଦିଶିବେ । ତାରାପୁଞ୍ଜ ସବୁ ଆକାଶରେ ଦିଗବାରେଣି ଖୁଣ୍ଟିର କାମ କରନ୍ତି । ଅମୁକ ଧୂମକେତୁ ଅମୁକ ଦିନ ଅମୁକ ପୁଞ୍ଜ ପାଖରେ ଅଛି ବୋଲି ଜାଣିଲେ ତାହାକୁ ଖୋଜି ବାହାର କରିବା ସହଜ ହୁଏ । ସେମାନଙ୍କର ସ୍ଥିତିରୁ ସ୍ଥାନର ଅକ୍ଷାଂଶ ଜଣା ପଡେ । ଧ୍ରୁବତାରାର ଉନ୍ନତାଂଶ (Altitude) ମାପି ସ୍ଥାନର ସ୍ଥୂଳ ଅକ୍ଷାଂଶ ବାହାର କରିବାର ଉପାୟ ପ୍ରାୟ ସମସ୍ତଙ୍କୁ ଜଣା । ସେହି ପରି କୌଣସି ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ତାରାର ଅତିକ୍ରମଣକାଳୀନ ଉନ୍ନତାଂଶ (Altitude at transit) ମାପି ତାହାର ବିଷୁବୀୟ ସ୍ଥାନାଙ୍କରୁ ସ୍ଥାନର ଅକ୍ଷାଂଶ ମିଳିପାରେ । ବିଷୁବ ରେଖାର ପାଖରେ ଏବଂ ଦକ୍ଷିଣ ଗୋଲାର୍ଦ୍ଧରେ ଧ୍ରୁବତାରା ଦିଶେ ନାହିଁ । ସେଠାରେ ଏହି ବିଧି ଅନୁସୃତ ହୁଏ । ଖ୍ରୀ. ପୂ. ତୃତୀୟ ସହସ୍ରାବ୍ଦୀରେ ଭୂମଧ୍ୟସାଗରର କ୍ରୀଟ (Crete) ଦ୍ୱୀପପୁଞ୍ଜରେ ମିନୋଆ (Minoa) ନାମକ ଦ୍ୱୀପରେ ଏକ ନାବିକଧର୍ମୀ ସମୃଦ୍ଧ ସଭ୍ୟତା ଗଢି ଉଠିଥିଲା । ସେହିମାନେ ପ୍ରଥମେ ତାରାପୁଞ୍ଜର ପ୍ରଚଳନ କରିଥିବାର ଅନୁମାନ କରାଯାଏ । ପ୍ରାୟ ସେହି ସମୟରେ ବାବିଲୋନିଆରେ ରାଶିଚକ୍ରର ଆବିଷ୍କାର ହୋଇଥିଲା । ଖ୍ରୀ.ପୂ. ୧୪ଶ ଶତାବ୍ଦୀରେ ଲଗଧ ଋଷିଙ୍କ ପ୍ରଣୀତ ବେଦାଙ୍ଗ ଜ୍ୟୋତିଷ ଗ୍ରନ୍ଥରେ ୨୭ ନକ୍ଷତ୍ରର ଅବତାରଣା କରା ଯାଇଛି । ଖ୍ରୀଷ୍ଟ ପ୍ରଥମ ଶତାବ୍ଦୀରେ ଟଲେମିଙ୍କ ଲିଖିତ ଆଲ୍ମାଜେଷ୍ଟ୍ ନାମକ ଗ୍ରନ୍ଥରେ ୪୮ଟି ତାରାପୁଞ୍ଜର ଉଲ୍ଲେଖ ମିଳେ । ପରବର୍ତ୍ତି କାଳରେ ୧୭ଶ ଶତାବ୍ଦୀ ବେଳକୁ ଦକ୍ଷିଣ ଗୋଲାର୍ଦ୍ଧରେ ୟୁରୋପୀୟମାନଙ୍କର ଜଳଯାତ୍ରା ଆରମ୍ଭ ହୋଇଗଲା । ସେତେବେଳେ ସେଠାରେ ଦେଖା ଯାଉଥିବା ବହୁ ତାରାପୁଞ୍ଜ ଆବିଷ୍କୃତ ହେଲେ । ଅନ୍ୟ କେତେକ ବଡ ତାରା ପୁଞ୍ଜଙ୍କୁ ଏକାଧିକ ଭାଗରେ ବାଣ୍ଟି ଦିଆଗଲା । ବର୍ତ୍ତମାନ ତାରାପୁଞ୍ଜଙ୍କ ସଂଖ୍ୟା ୮୪ ।

ଦୂରବୀକ୍ଷଣର ବ୍ୟବହାର ପରେ ବହୁ ତାରା ନୂଆ ଆବିଷ୍କୃତ ହେଲେ । ତାରାମଣ୍ଡଳ ତାରାପୁଞ୍ଜ ସଂଲଗ୍ନ ଏକ ସୀମିତ କ୍ଷେତ୍ରକୁ ବୁଝାଏ । ଏହି କ୍ଷେତ୍ର ଉକ୍ତ ତାରାପୁଞ୍ଜ ନାମରେ ନାମିତ ଏବଂ ତା ଭିତରେ ଯେତେ ତାରା ଥିବେ ସେ ସମସ୍ତେ ସେହି ତାରାମଣ୍ଡଳରେ ସାମିଲ୍ ହେଲେ । ଆନ୍ତର୍ଜାତିକ ସ୍ତରରେ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀମାନେ ଏହି ତାରାମଣ୍ଡଳ (Constellation) ମାନଙ୍କର ସୀମା ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ

କରିଛନ୍ତି ଏବଂ ତାରା କାଟାଲଗ୍ ଓ ଖଗୋଳ ମାନଚିତ୍ରମାନେ ଏହାର ଅନୁସରଣ କରନ୍ତି । ସୂର୍ଯ୍ୟ, ଚନ୍ଦ୍ର ଏବଂ ଗ୍ରହମାନଙ୍କ ଅବସ୍ଥିତି ରାଶିଚକ୍ରରେହିଁ ସୀମିତ । ପାଶ୍ଚାତ୍ୟ ମତରେ କୌଣସି ଗ୍ରହ କୌଣସି ତାରାମଣ୍ଡଳ ରେ ଥିବା ଅର୍ଥ ଗ୍ରହଟି ସେହି ତାରାମଣ୍ଡଳ ର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସୀମା ଭିତରେ ଅଛି । ଭାରତୀୟ ମତରେ ରାଶିଚକ୍ରର ସଂଜ୍ଞା ଅଲଗା । କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତକୁ ବାରଟି ସମାନ ଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ କରି ପ୍ରତ୍ୟେକ ଭାଗକୁ ନିକଟସ୍ଥ ତାରାପୁଞ୍ଜ ନାମରେ ନାମିତ କରା ଯାଇଛି । ଏହାର ଆଦିବିନ୍ଦୁକୁ ମେଷାଦ୍ୟ କୁହାଯାଏ । ଏହା ଏକ କଳ୍ପିତ ବିନ୍ଦୁ ଓ ନିରୟଣ ରୀତିରେ ଏଇଠୁ ରାଶିଚକ୍ରର ଗଣନା ଆରମ୍ଭ ହୁଏ । ଏହି ବିନ୍ଦୁ ମେଷ ତାରାମଣ୍ଡଳର ସୀମା ଭିତରେ ନାହିଁ । ପଣା ସଂକ୍ରାନ୍ତି ଦିନ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଏହିଠାରେ ଥାନ୍ତି । ଖ୍ରୀ. ୧୮୫ ଅବ୍ଦରେ ବସନ୍ତ ସଂପାତ ବିନ୍ଦୁ ଏଇଠି ଥିଲା ଏବଂ ପଣା ସଂକ୍ରାନ୍ତି ଦିନ ସବୁଠାରେ ଦିନ ଓ ରାତି ସମାନ ହେଉଥିଲା । ଏବେ ତାହା ମାର୍ଚ୍ଚ ୨୧ରେ ହେଉଛି । ଭାରତୀୟ ମତରେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ମେଷ ରାଶିରେ ଥିବା ଅର୍ଥ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଏହି ବିନ୍ଦୁର ପୂର୍ବ ଦିଗରେ ୩୦ ଡିଗ୍ରୀ ଭିତରେ ଅଛି । ତାହାର ଅବସ୍ଥିତି ମେଷମଣ୍ଡଳ ବାହାରେ ବି ହୋଇପାରେ । ଚିତ୍ର ୪.୧ରେ କେତେକ ତାରାମଣ୍ଡଳର ସ୍ଥିତି ଦିଆଯାଇଛି ।

ତାରାର ନାମକରଣ ବିଧି

ପୂର୍ବରୁ ସବୁ ତାରାଙ୍କର ଅଲଗା ଅଲଗା ନାମ ଥିଲା । ସେଥିରୁ କିଛି ତାରାଙ୍କ ନାମ ଗ୍ରୀକ୍ ବା ଲାଟିନ୍ ଭାଷାର, ମାତ୍ର ଅଧିକାଂଶ ନାମ ଆରବୀ ଭାଷାରେ ଥିଲା । ୟୁରୋପୀୟମାନେ ଏହି ସବୁ ନାମ ବ୍ୟବହାର କରୁଥିଲେ । ଭାରତରେ ମଧ୍ୟ କେତେକ ବିଶିଷ୍ଟ ତାରାଙ୍କର ନାମ ଦିଆ ହୋଇଥିଲା । ଏହା କେବଳ ଆଖିଦୃଶିଆ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ତାରାମାନଙ୍କ ପାଇଁ ଯଥେଷ୍ଟ ଥିଲା । ତେବେ ଖାଲି ନାଁରୁ ତାରା ଚିହ୍ନିବା କଷ୍ଟକର । ୧୬୦୯ ଖ୍ରୀ.ଅ.ରେ ବେୟର୍ (Bayer) ଏକ ତାରା କାଟାଲଗ୍ ପ୍ରସ୍ତୁତ କଲେ । ସେଥିରେ ସେ ତାରାମଣ୍ଡଳର ତାରାମାନଙ୍କୁ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତାର କ୍ରମରେ ସଜାଇଲେ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କ ନାମକରଣର ଏକ ଅଭିନବ ବିଧିର ପ୍ରଚଳନ କଲେ । ତାରାପୁଞ୍ଜର ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତମ ତାରାଟିର ନାମ ହେଲା ଉକ୍ତ ମଣ୍ଡଳର ଆଲ୍‌ଫା ତାରା । ଆଲ୍‌ଫା (α) ଗ୍ରୀକ୍ ବର୍ଣ୍ଣମାଳାର ପ୍ରଥମ ଅକ୍ଷର । ଦ୍ୱିତୀୟ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତମ ତାରାର ନାମ ହେଲା ତାରାପୁଞ୍ଜର ବିଟା ତାରା । ବିଟା β ଗ୍ରୀକ୍ ବର୍ଣ୍ଣମାଳାର ଦ୍ୱିତୀୟ ଅକ୍ଷର । ସେହିପରି ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତାର କ୍ରମ ଗ୍ରୀକ୍ ବର୍ଣ୍ଣମାଳାର କ୍ରମ ଅନୁସାରେ ବର୍ଣ୍ଣନ କରି ସେମାନଙ୍କ ନାମରେ ସାମିଲ୍ କରା ଗଲା । ତାରାମଣ୍ଡଳ ମାନଙ୍କର ଗ୍ରୀକ୍ ନାମର ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ରୂପ ସଚରାଚର ବ୍ୟବହାର କରା ଯାଏ । ଗ୍ରୀକ୍ ବର୍ଣ୍ଣମାଳାର ଅକ୍ଷରମାନଙ୍କ ତାଲିକା ଓ ତାହାର ଉଚ୍ଚାରଣ ସାରଣୀ ପରିଶିଷ୍ଟରେ ଦ୍ରଷ୍ଟବ୍ୟ । ଗ୍ରୀକ୍ ବର୍ଣ୍ଣମାଳାର ଅକ୍ଷର ସଂଖ୍ୟା ମାତ୍ର ୨୪ । ଦୂରବୀକ୍ଷଣରେ ନବାବିଷ୍କୃତ ତାରା ମାନଙ୍କ

ପାଇଁ ଏହି ବିଧି ଯଥେଷ୍ଟ ହେଲା ନାହିଁ । ତାଛଡ଼ା ଏଥିରେ ବହୁତ ଅସଙ୍ଗତି ଦେଖା ଯାଏ । କାଳପୁରୁଷ ଓ ମିଥୁନ ପୁଞ୍ଜର ବିଟା ତାରା ଆଲ୍‌ଫା ତାରାଠାରୁ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତର । ଏକଥା ପରେ ସୂକ୍ଷ୍ମ ମାପରୁ ଜଣା ପଡିଲା ମାତ୍ର ପାରମ୍ପରିକ ନାମ ବଦଳା ଗଲା ନାହିଁ । ସପ୍ତର୍ଷି ପୁଞ୍ଜର ତାରାମାନଙ୍କର ନାମ ସ୍ଥିତି କ୍ରମରେ ଦିଆ ଯାଇଛି, ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତା କ୍ରମରେ ନୁହେଁ । ୧୭୨୯ ଖ୍ରୀଷ୍ଟାବ୍ଦରେ ଫ୍ଲାମ୍‌ଷ୍ଟୀଡ୍ ତାରା କାଟାଲଗ୍ ପ୍ରକାଶ ପାଇଲା । ଏଥିରେ ତାରାମଣ୍ଡଳର ପଶ୍ଚିମ ସୀମାରୁ ପୂର୍ବ ଆଡକୁ କ୍ରମାନ୍ୱୟେ ତାରାମାନଙ୍କୁ ଅଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଚିହ୍ନିତ କରା ଗଲା । ସେ ସମୟରେ ଖାଲି ଆଖିରେ ଦିଶୁ ଥିବା ତାରାମାନଙ୍କ ପାଇଁ ଏହା ପର୍ଯ୍ୟାପ୍ତ ଥିଲା । ମାତ୍ର ଦୂରବୀକ୍ଷଣରେ ନବାବିଷ୍କୃତ ଅସଂଖ୍ୟ ତାରାଙ୍କ ଚିହ୍ନଟ ପାଇଁ ଏହି ବିଧି ପର୍ଯ୍ୟାପ୍ତ ହେଲା ନାହିଁ । ଆଧୁନିକ ଯୁଗରେ ତାରାର ନାମକରଣ ପାଇଁ ଅନ୍ୟ ପ୍ରକାର ବ୍ୟବସ୍ଥା ଗ୍ରହଣ କରାଯାଏ । ଗୋଟିଏ ହେଲା କାଟାଲଗ୍‌ର କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା । HD 13476 ନାମକ ତାରାଟି Henry Draper ତାରା କାଟାଲଗ୍‌ର ୧୩୪୭୬ କ୍ରମାଙ୍କରେ ଲିପିବଦ୍ଧ ହୋଇଛି । DM(Durchmestung) କାଟାଲଗ୍‌ରେ କ୍ରାନ୍ତି ବଳୟ ଅନୁସାରେ ଖଗୋଳର ବିଭାଗ କରାଯାଇଛି । BD+60 1234 ନାମଧେୟ ତାରାଟି ଉକ୍ତ କାଟାଲଗ୍‌ରେ କ୍ରାନ୍ତି ବଳୟ ୬୦ (କ୍ରାନ୍ତି ୫୯-୬୧) ବିଭାଗରେ ୧୨୩୪ କ୍ରମିକ ସଂଖ୍ୟାରେ ଦିଆଯାଇଛି । ଉପରୋକ୍ତ ଦୁଇ କ୍ଷେତ୍ରରେ ତାରାମଣ୍ଡଳର ଉଲ୍ଲେଖ ନାହିଁ । ସର୍ବାଧୁନିକ ବିଧିରେ କେବଳ ସାର୍ବତ୍ରିକ ବିଷୁବୀୟ ପଦ୍ଧତିରେ ସ୍ଥାନାଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ତାରାମାନଙ୍କର ନାମକରଣ କରା ଯାଉଛି । ଏହାର ପ୍ରଥମ ଅକ୍ଷର କରଣାବ୍ଦ (Epoch) ଦର୍ଶାଏ । J ପ୍ରଥମ ସଂକେତରେ ଥିଲେ କରଣାବ୍ଦ ୨୦୦୦ଖ୍ରୀଷ୍ଟାବ୍ଦ ବୁଝିବାକୁ ହେବ, ଅନ୍ୟଥା ୧୯୫୦ । ପରବର୍ତ୍ତୀ ଚରାଂଶ HHMMSS.ss ଓ କ୍ରାନ୍ତି DDMMSS.ss, ଲେଖା ଯାଉଛି । କେତେକ ଜଣା ତାରାଙ୍କର ବିଭିନ୍ନ ନାମକରଣ ପରିଶିଷ୍ଟରେ ଦିଆ ଯାଇଛି । ଭାରତୀୟ ପାରଂପରିକ ନକ୍ଷତ୍ରମାନଙ୍କର ସଚିତ୍ର ପରିଚୟ ପରିଶିଷ୍ଟରେ ଦେଖନ୍ତୁ ।

ଖଗୋଳମିତି - ଖଗୋଳ ସଂଜ୍ଞା

ଆକାଶକୁ ଏକ ଗୋଳଭାବେ କଳ୍ପନା କରାଯାଏ । ଏହାକୁ ଖଗୋଳ (Celestial sphere) କହନ୍ତି । ଏହାର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଅନନ୍ତ (Infinity) । ବିଭିନ୍ନ ଦୂରତାରେ ସ୍ଥିତ ନଭପିଣ୍ଡମାନ ଏହା ଉପରେ ପ୍ରକ୍ଷେପିତ ହେଲାପରି ଦିଶନ୍ତି ।

ଖଗୋଳ ସ୍ଥାନାଙ୍କ (Celestial coordinates)

ଖଗୋଳରେ ସ୍ଥାନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପାଇଁ ଦୁଇଟି ସ୍ଥାନାଙ୍କ ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ । ସେଥିପାଇଁ ଗୋଳ ସ୍ଥାନାଙ୍କ ପଦ୍ଧତି ଅନୁସୃତ ହୁଏ ।

ଗୋଳ ସ୍ଥାନାଙ୍କ ପଦ୍ଧତି (Spherical coordinate system) (ଚିତ୍ର ୪.୨)

ମହାବୃତ୍ତ ଓ ଲଘୁବୃତ୍ତ (Great circle and small circle) ଏକ ସମତଳ ଗୋଳକୁ ଏକ ବୃତ୍ତରେ ଛେଦ କରେ । ସମତଳଟି ଗୋଳର କେନ୍ଦ୍ର ମଧ୍ୟ ଦେଇ ଗଲେ ମହାବୃତ୍ତ ହୁଏ, ଅନ୍ୟଥା ଲଘୁବୃତ୍ତ ହୁଏ । କେବଳ ମହାବୃତ୍ତହିଁ ସ୍ଥାନାଙ୍କ ପଦ୍ଧତିରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ମହାବୃତ୍ତର ଅକ୍ଷ ଯେଉଁ ଦୁଇ ବିନ୍ଦୁରେ ଖଗୋଳକୁ ଭେଦ କରେ ତାହାକୁ ମହାବୃତ୍ତର ମେରୁ (Pole) କହନ୍ତି ।

ମୁଖ୍ୟବୃତ୍ତ ଓ ଗୌଣବୃତ୍ତ (Principal circle and secondary circle)

ଗୋଟିଏ ମହାବୃତ୍ତକୁ ମୁଖ୍ୟବୃତ୍ତ ଭାବେ ନିଆଯାଏ ଏବଂ ତାହା ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ଭାବେ ଥିବା ସମସ୍ତ ମହାବୃତ୍ତଙ୍କୁ ତାହାର ଗୌଣବୃତ୍ତ କୁହାଯାଏ । ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ବିଷୁବରେଖା ଏକ ମହାବୃତ୍ତ ଏବଂ ଏହାକୁ ମୁଖ୍ୟବୃତ୍ତ ଭାବେ ନିଆଯାଇଛି । ଦ୍ରାଘିମା ରେଖାମାନ ଏହାର ଗୌଣବୃତ୍ତ ।

ଖଗୋଳ ଧ୍ରୁବ (Celestial Pole)

ଖଗୋଳର ଦୈନିକ ଆପାତ ଗତିର ଅକ୍ଷ ଯେଉଁ ଦୁଇ ବିନ୍ଦୁରେ ଖଗୋଳକୁ ଭେଦ କରେ ତାହା ଖଗୋଳ ଧ୍ରୁବ ।

ଖଗୋଳ ବିଷୁବ (Celestial Equator)

ଦୁଇ ଧ୍ରୁବରୁ ସମଦୂରବର୍ତ୍ତୀ ମହାବୃତ୍ତ ଖଗୋଳ ବିଷୁବ । ଖଗୋଳର ଆପାତ ଗତି ଏହାର ସମାନ୍ତର ଦିଗରେ ପୂର୍ବରୁ ପଶ୍ଚିମକୁ ହୁଏ । ଖଗୋଳ ଧ୍ରୁବ ଦ୍ୱୟ ଏହାର ମେରୁ ।

ମାଧ୍ୟନ୍ଦିନ ବୃତ୍ତ (Meridian circle)

ଖଗୋଳ ବିଷୁବ ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ସମସ୍ତ ବୃତ୍ତ ମାଧ୍ୟନ୍ଦିନ ବୃତ୍ତ । ଏମାନେ ସମସ୍ତେ ଖଗୋଳ ଧ୍ରୁବଙ୍କୁ ସଂଯୋଗ କରନ୍ତି ।

କ୍ଷିତିଜ (Horizon)

ଏହି ମହାବୃତ୍ତଟି ଆମର ଦୃଷ୍ଟିସୀମା ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରେ । ଏହାର ଅନ୍ୟ ନାମ ଦିଗ୍‌ବଳୟ ।

ଶୀର୍ଷବିନ୍ଦୁ ଓ ଅଧୋବିନ୍ଦୁ (Zenith and Nadir)

କୌଣସି ସ୍ଥାନ ମଧ୍ୟଗତ ପୃଥିବୀର ବ୍ୟାସ ସମ୍ପ୍ରସାରିତ ହେଲେ ତାହା ଖଗୋଳକୁ ଦୁଇଟି ବିନ୍ଦୁରେ ଭେଦ କରେ । ମୁଣ୍ଡ ଉପର ବିନ୍ଦୁଟି ଶୀର୍ଷବିନ୍ଦୁ ଏବଂ ଅପରଟି ଅଧୋବିନ୍ଦୁ । ଏହି ବିନ୍ଦୁଦ୍ୱୟ କ୍ଷିତିଜର ମେରୁ ।

ଭୂଲମ୍ବ ବୃତ୍ତ (Vertical)

କ୍ଷିତିଜ ବୃତ୍ତ ପ୍ରତି ଲମ୍ବ ବୃତ୍ତ ସମୂହ ଭୂଲମ୍ବ ବୃତ୍ତ । ଏମାନେ ସମସ୍ତେ ଶୀର୍ଷବିନ୍ଦୁ ଓ ଅଧୋବିନ୍ଦୁକୁ ଯୋଗ କରନ୍ତି । ପୂର୍ବ ଓ ପଶ୍ଚିମ ବିନ୍ଦୁ ଦେଇ ଯାଉଥିବା ଭୂଲମ୍ବ ବୃତ୍ତକୁ ମୁଖ୍ୟ ଭୂଲମ୍ବ ବୃତ୍ତ କହନ୍ତି ।

କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତ (Ecliptic)

ସୂର୍ଯ୍ୟର ଆପାତ ବାର୍ଷିକ ଗତିର ପଥକୁ କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତ କହନ୍ତି । କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତର ମେରୁଦ୍ୱୟକୁ କଦମ୍ବ (Pole of the Ecliptic) କହନ୍ତି ।

ସମ୍ପାତ (Equinox)

କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତ ଓ ଖଗୋଳ ବିଷୁବର ଛେଦବିନ୍ଦୁଦ୍ୱୟକୁ ସମ୍ପାତ କୁହାଯାଏ । ସୂର୍ଯ୍ୟ ଏଠାରେ ଥିଲେ ପୃଥିବୀରେ ସର୍ବତ୍ର ଦିନ ରାତି ସମାନ ହୁଏ । ମାର୍ଚ୍ଚ୨୧ ତାରିଖରେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଯେଉଁଠାରେ ଥାନ୍ତି ତାହା ବସନ୍ତ ସମ୍ପାତ (Vernal equinox, Υ) ଏବଂ ସେପ୍‌ଟେମ୍ବର୍ ୨୩ ତାରିଖରେ ଥିବା ସ୍ଥାନକୁ ଶରତ୍ ସମ୍ପାତ (Autumnal equinox, Ω) କହନ୍ତି ।

ଅକ୍ଷଗତ (Precession)

ସୂର୍ଯ୍ୟ ଓ ଚନ୍ଦ୍ରର ମହାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଥିବାରୁ ପୃଥିବୀର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଅକ୍ଷର ଦିଗ ସର୍ବଦା ବଦଳୁଥାଏ । ଏହାକୁ ଅକ୍ଷଗତି କହନ୍ତି । ଏହାର ହାର ବାର୍ଷିକ ୫୦.୨ ସେକେଣ୍ଡ ବା ୭୨ ବର୍ଷରେ ଏକ ଡିଗ୍ରୀ

ଅୟନ ଚଳନ (Precession of Equinoxes)

ଅକ୍ଷଗତି ହେତୁ ସମ୍ପାତଦ୍ୱୟ କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତ ଉପରେ ଘୁଞ୍ଚି ଘୁଞ୍ଚି ଯାଆନ୍ତି । ଏହାର ବେଗ ଅକ୍ଷଗତିର ବେଗ ସହ ସମାନ, ପ୍ରାୟ ୭୨ବର୍ଷରେ ୧ ଡିଗ୍ରୀ । ପ୍ରତ୍ନତାତ୍ତ୍ୱିକ ସମୟ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣରେ ଏହାର ବହୁଳ ବ୍ୟବହାର ହୁଏ ।

କ୍ଷିତିଜ ପଦ୍ଧତ (Alt-azimuth system) (ଚିତ୍ର୪.୩)

ତାରାମଧ୍ୟଗତ ଭୂଲମ୍ବ ବୃତ୍ତବାଟେ କ୍ଷିତିଜରୁ ତାରାର ଦୂରତା ତାରାର ଉନ୍ନତାଂଶ (Altitude) ଏବଂ ସେହିବାଟେ ଶୀର୍ଷବିନ୍ଦୁରୁ ତାରାର ଦୂରତା ନତାଂଶ (Zenith distance) । କ୍ଷିତିଜର ଦକ୍ଷିଣ ବିନ୍ଦୁରୁ କ୍ଷିତିଜ ବାଟେ ତାରାର ଦୂରତା ତାହାର ଦିଗଂଶ (Azimuth) । ଦିଗଂଶ ଦକ୍ଷିଣ-ପୂର୍ବ-ଉତ୍ତର-ପଶ୍ଚିମ-ଦକ୍ଷିଣ ଭାବେ ୦°-୩୬୦° ଗଣାଯାଏ । ବିଭିନ୍ନ ସ୍ଥାନର କ୍ଷିତିଜ ଅଲଗା ଏବଂ ଏହି ସ୍ଥାନାଙ୍କମାନ ଦିନସାରା ବଦଳୁ ଥାଏ । ଏହି କାରଣରୁ ଏହା ତାରା କାଟାଲଗ୍ ପାଇଁ ଅନୁପଯୁକ୍ତ । ଉଦୟାସ୍ତ ଆଦି

ଗଣନା ପାଇଁ ଏହାର ବ୍ୟବହାର ହୁଏ ।

ସ୍ଥାନୀୟ ବିଷୁବୀୟ ପଦ୍ଧତି (Local Equatorial system) (ଚିତ୍ର ୪.୪)

ଏହି ପଦ୍ଧତିରେ ଖଗୋଳ ବିଷୁବ ମୁଖ୍ୟବୃତ୍ତ ଭାବେ ଗଣାଯାଏ ଏବଂ ମାଧ୍ୟନ୍ଦିନ ବୃତ୍ତମାନ ଗୌଣବୃତ୍ତ ଭାବେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଅନ୍ତି । ତାରାମଧ୍ୟଗତ ମାଧ୍ୟନ୍ଦିନ ବୃତ୍ତ ବାଟେ ଖଗୋଳ ବିଷୁବରୁ ତାରାର ଦୂରତ୍ୱକୁ ତାରାର କ୍ରାନ୍ତି (declination) କହନ୍ତି । ଉକ୍ତ ମାଧ୍ୟନ୍ଦିନ ବୃତ୍ତ ଏବଂ ଖଗୋଳ ବିଷୁବର ଛେଦବିନ୍ଦୁ ମୁଖ୍ୟ ମାଧ୍ୟନ୍ଦିନ ବୃତ୍ତଠାରୁ ଯେତେ ଦୂରରେ ଥାଏ ତାହାକୁ କାଳାଂଶ (Hour angle) କହନ୍ତି । କାଳାଂଶ ଖଗୋଳ ବିଷୁବ ବାଟେ ମପାଯାଏ । ଏହାର ମାପ ଘଣ୍ଟା, ମିନିଟ୍, ସେକେଣ୍ଡରେ ହୁଏ । ତାରା ସ୍ଥାନୀୟ ମାଧ୍ୟନ୍ଦିନ ବୃତ୍ତରେ ପହଞ୍ଚିବାକୁ ତାରାର ଅତିକ୍ରମଣ (Transit), ବା ଚରମ ଉନ୍ନତି (Culmination) କୁହାଯାଏ । ସେତେବେଳେ ତାହାର ଉନ୍ନତାଂଶ ସର୍ବାଧିକ ହୁଏ । ଅତିକ୍ରମଣ ପୂର୍ବରୁ ବା ପରବର୍ତ୍ତୀ ସମୟର ବ୍ୟବଧାନ କାଳାଂଶ ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ହୁଏ । ପ୍ରତି ୧୫ଡିଗ୍ରୀ କୋଣକୁ ଏକ ଘଣ୍ଟା ଏବଂ ସେହି ଅନୁପାତରେ ମିନିଟ, ସେକେଣ୍ଡ ଆଦି ହିସାବ ହୁଏ । ଘଣ୍ଟା, ମିନିଟ, ସେକେଣ୍ଡକୁ **h, m, s** ଏବଂ କୌଣିକ ମାପ ଡିଗ୍ରୀ, ମିନିଟ, ସେକେଣ୍ଡକୁ °, ′, ″ ଆଦିରେ ସୂଚିତ କରାଯାଏ । ଏହାକୁ ଡିଗ୍ରୀ, ଆର୍କମିନିଟ, ଆର୍କସେକେଣ୍ଡ ମଧ୍ୟ କହନ୍ତି ।

ସାର୍ବତ୍ରିକ ବିଷୁବୀୟ ପଦ୍ଧତି (Universal equatorial system) -(ଚିତ୍ର ୪.୫)

ଏହି ବିଧିରେ ତାରାମଧ୍ୟଗତ ମାଧ୍ୟନ୍ଦିନ ରେଖା ବାଟେ କ୍ରାନ୍ତି ମାପ ହୁଏ । ଅନ୍ୟ ସ୍ଥାନାଙ୍କର ନାମ ଚରାଂଶ (Right ascension) ବସନ୍ତ ସମ୍ପାତରୁ ଖଗୋଳ ବିଷୁବ ବାଟେ ତାରାର ଦୂରତ୍ୱକୁ ଚରାଂଶ କହନ୍ତି । କ୍ରାନ୍ତି ଡିଗ୍ରୀ, ଆର୍କମିନିଟ, ଆର୍କସେକେଣ୍ଡରେ ଗଣାହୁଏ ଏବଂ ଚରାଂଶ ଘଣ୍ଟା, ମିନିଟ, ସେକେଣ୍ଡରେ ଗଣାହୁଏ । ବସନ୍ତ ସମ୍ପାତରୁ ପଶ୍ଚିମରୁ ପୂର୍ବକୁ ୨୪ ଘଣ୍ଟା ନିଆଯଏ । ଏହି ପଦ୍ଧତ ତାରା ମାନଚିତ୍ରରେ ବ୍ୟବହାର ପାଇଁ ଉପଯୁକ୍ତ । ମାତ୍ର ଏହି ବିଧିର ଆଦିବିନ୍ଦୁ ବସନ୍ତ ସମ୍ପାତ(♈) ଏକ ଚଳମାନ ବିନ୍ଦୁ । ତେଣୁ ଏଠାରୁ ଗଣିତ ସ୍ଥାନାଙ୍କମାନ ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ । ସେଥପାଇଁ ତାରା ମାନଚିତ୍ରରେ ପ୍ରଦତ୍ତ ସ୍ଥାନାଙ୍କମାନ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟ ପାଇଁ ଗଣିତ ହୋଇଥାଏ । ଏହାକୁ କରଣାବ୍ଦ (Epoch) କୁହାଯାଏ । ଆଧୁନିକ ତାରା ମାନଚିତ୍ରମାନଙ୍କର କରଣାବ୍ଦ ୨୦୦୦ ମସୀହା । ଏଥିରେ ପ୍ରଦତ୍ତ ସାର୍ବତ୍ରିକ ବିଷୁବୀୟ ସ୍ଥାନାଙ୍କମାନ ଗ୍ରୀନ୍‌ୱିଚ୍‌ରେ ୨୦୦୦ ମସୀହା ଜାନୁଆରି ୧ତାରିଖ ଦିନ ବାରଟା ପାଇଁ ଗଣିତ । ଏଥିରୁ ଅନ୍ୟ ଯେ କୌଣସି ସମୟ ପାଇଁ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରା ଯାଇପାରେ । ଏଥପାଇଁ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଗାଣିତିକ ପଦ୍ଧତି ରହିଛି ।

କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତୀୟ ପଦ୍ଧତି Ecliptic system (ଚିତ୍ର ୪.୬)

କଦମ୍ବ ଓ ତାରାର ଯୋଗକାରୀ ମହାବୃତ୍ତ ବାଟେ କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତରୁ ତାରାର ଦୂରତ୍ୱ ଖଗୋଳ ଅକ୍ଷାଂଶ ଏବଂ ♈ରୁ କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତ ବାଟେ ଦୂରତା ଖଗୋଳ ଦ୍ରାଘିମା । ଚନ୍ଦ୍ର ଓ ଗ୍ରହ କକ୍ଷମାନଙ୍କ ନତି (Inclination) ବହୁତ କମ୍ ଥିବା ହେତୁ ଗ୍ରହଗତି ଗଣନାରେ ଏହି ପଦ୍ଧତିର ବ୍ୟବହାର ହୁଏ। ଖଗୋଳ ଅକ୍ଷାଂଶ ଅୟନ ଚଳନ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ହୁଏ ନାହିଁ, ମାତ୍ର ଖଗୋଳ ଦ୍ରାଘିମା ତାହାଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ହୁଏ ।

ଭାରତୀୟ ନିରୟଣ ବିଧି- (ଚିତ୍ର ୪.୭)

ମାଧ୍ୟନ୍ଦିନ ବୃତ୍ତ ବାଟେ କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତରୁ ତାରାର ଦୂରତ୍ୱକୁ ଶର କହନ୍ତି । କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତସ୍ଥ ଏକ ସ୍ଥିରବିନ୍ଦୁରୁ କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତ ବାଟେ ତାରାର ଦୂରତ୍ୱକୁ ଧ୍ରୁବ କହନ୍ତି । ଏହା ଅଭିଲମ୍ବ ବିଧି (Orthogonal system) ନୁହେଁ । ଧ୍ରୁବ ଓ ଶର ଅୟନ ଚଳନ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ହୁଅନ୍ତି । ଏହି ବିଧି କେବଳ ଭାରତୀୟ ପାଞ୍ଜିରେ ବ୍ୟବହାର ହୁଏ। ଏହି ବିଧିରେ କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତକୁ ୧୨ ରାଶି ଓ ୨୭ ନକ୍ଷତ୍ରରେ ବିଭାଗ କରାଯାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ରାଶି ୩୦° ଏବଂ ପ୍ରତି ନକ୍ଷତ୍ର ୧୩.୩୩° ଲେଖା ଗଣନା ହୁଏ । ଚନ୍ଦ୍ର ମେଷ ରାଶି ବୃଷ ନକ୍ଷତ୍ରରେ ଅଛନ୍ତି କହିବାର ଅର୍ଥ ଯେ ଚନ୍ଦ୍ରର ଧ୍ରୁବ ୧୩.୩୩°-୨୬.୬୬° ମଧ୍ୟରେ । ଏହି ହିସାବରେ ପ୍ରତି ରାଶିକୁ ୨.୨୫ଟି ନକ୍ଷତ୍ର ପଡେ ।

ଗାଲାକ୍ଟୀୟ ପଦ୍ଧତି (Galactic system)

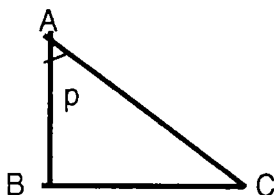
ଉପରୋକ୍ତ ସବୁ ବିଧି ପୃଥିବୀ କେନ୍ଦ୍ରିକ, ଅର୍ଥାତ୍ ପୃଥିବୀର ଗତିର ବିଭିନ୍ନ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ସହ ସଂପୃକ୍ତ । ଅନ୍ୟ ଗ୍ରହରୁ ଏସବୁ ଭିନ୍ନ ଦିଶିବ । ଏହି ଅସୁବିଧାର ନିରାକରଣ ପାଇଁ ଗାଲାକ୍ଟୀୟ ପଦ୍ଧତିର ବ୍ୟବହାର ହୁଏ । ଛାୟାପଥର ସମତଳ ଏକ ମହାବୃତ୍ତ ଏବଂ ଏହାକୁ ଏହି ବିଧିର ମୁଖ୍ୟବୃତ୍ତ ଭାବେ ନିଆଯାଏ । ଏହି ବୃତ୍ତର ଅଭିଲମ୍ବ ବୃତ୍ତମାନ ଏହି ବିଧିର ଗୌଣବୃତ୍ତ । ମକରପୁଞ୍ଜ ଦିଗରେ ଗାଲାକ୍ସିର କେନ୍ଦ୍ର ଦିଗକୁ ଗାଲାକ୍ଟୀୟ ଦ୍ରାଘିମାର 0 ନିଆଯାଏ । ଛାୟାପଥ ସମତଳରୁ କୌଣିକ ଦୂରତାକୁ ଗାଲାକ୍ଟୀୟ ଅକ୍ଷାଂଶ କହନ୍ତି ।

ଅତ୍ୟାଧୁନିକ ପଦ୍ଧତି

ଏହା ରେଡିଓ ଦୂରବୀକ୍ଷଣରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ବହୁ ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ କ୍ୱାସାରମାନଙ୍କ ପରିପ୍ରେକ୍ଷୀରେ ଏହା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ । ଏଥିରୁ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତନଶୀଳ ସ୍ଥାନାଙ୍କମାନଙ୍କର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହାର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାହୁଏ । ଅତ୍ୟାଧୁନିକ ହିପାର୍କସ୍ ଏବଂ ଟାଇକୋ କାଟାଲଗ୍‌ରେ ଏହି ପଦ୍ଧତିରେ ଯଥାବିଧି ସଂସ୍କାର କରାଯାଇଛି ।

ଖଗୋଳମିତି-ଲମ୍ବନ ପଦ୍ଧତି

ଦୂରତା ମାପିବାର ଯେ କୌଣସି ବିଧିକୁ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ ପ୍ରଥାରେ ଲମ୍ବନ (Parallax) କୁହାଯାଏ । ଜ୍ୟାମିତିକ ଲମ୍ବନ (Geometrical parallax)



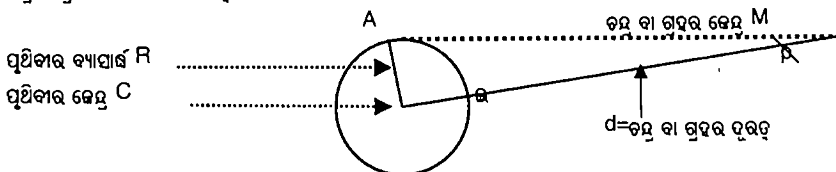
AB=ଅଗମ୍ୟ ସ୍ଥାନର ଦୂରତା

R=BC= ଭୂମି,   p=ଲମ୍ବନ

ଚିତ୍ର ୪.୮ ଲମ୍ବନ ପଦ୍ଧତି

ABC ତ୍ରିଭୁଜରେ B ଓ C କୋଣ ମାପିଲେ ଲମ୍ବନ ମିଳେ । ଭୂମି ଜଣାଥିଲେ ତ୍ରିଭୁଜଟି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ରୂପେ ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ହୁଏ । ସେଥିରୁ AB ଜଣାପଡେ । ଏହାକୁ ତ୍ରିଭୁଜାୟନ (Triangulation) ବିଧି କହନ୍ତି । ଏହା ଭୂମି ସର୍ବେକ୍ଷଣରେ ବହୁଳ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । R ର ପରିମାଣ ଉପରେ ଏହି ବିଧିର ସୂକ୍ଷ୍ମତା ନିର୍ଭର କରେ ।

ଚନ୍ଦ୍ର ଓ ଗ୍ରହମାନଙ୍କର କ୍ଷିତିଜ ଲମ୍ବନ (Horizontal parallax)



ଚିତ୍ର ୪.୯ କ୍ଷିତିଜ ଲମ୍ବନ Horizontal parallax

କ୍ଷିତିଜ ଲମ୍ବନ =p

ପୃଥିବୀର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଚନ୍ଦ୍ର ବା ଗ୍ରହର କେନ୍ଦ୍ରରେ p କୋଣ ଉତ୍ପନ୍ନ କରେ । $d=R/\tan p \approx R/p$, pର କ୍ଷୁଦ୍ରତା ହେତୁ । A ଠାରେ ଚନ୍ଦ୍ରୋଦୟ ଏବଂ B ଠାରେ ଚନ୍ଦ୍ର ଚରମ ଉନ୍ନତିରେ । ଏ ଦୁଇ ସ୍ଥାନ ମଧ୍ୟରେ କୌଣିକ ଦୂରତା p ର ଅନୁପୂରକ । ଏଥିରୁ ଚନ୍ଦ୍ରର ଦୂରତା ମାପ ହୋଇପାରେ । ଏହି ପଦ୍ଧତି ଅତି ପ୍ରାଚୀନ । ଆଜିକାଲି ରେଡାର ବା ଲେଜର୍ ଦେଇ ଚନ୍ଦ୍ରର ଦୂରତା ମାପ ହେଉଛି । କ୍ଷିତିଜ ଲମ୍ବନ ବିଧି ଅନ୍ୟ ଗ୍ରହମାନଙ୍କ ପାଇଁ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ ନୁହେଁ । କାରଣ:-

୧. ଗ୍ରହମାନଙ୍କ ଦୂରତା ହେତୁ ଏହି ଲମ୍ବନର ପରିମାଣ ଅତି କମ ଏବଂ ଏହାର ମାପ କଷ୍ଟସାଧ୍ୟ ।

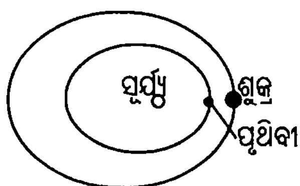
୨. ଦୂରବୀକ୍ଷଣରେ ଗ୍ରହମାନେ ଗୋଲ୍ ଦିଶନ୍ତି ଏବଂ ସେମାନଙ୍କ କେନ୍ଦ୍ର ନିରୂପଣରେ ସମସ୍ୟା ଦେଖାଦିଏ ।

୩. ଅଧିକାଂଶ ଗ୍ରହରେ ବାୟୁମଣ୍ଡଳ ଥିବାରୁ ତାହାର ବ୍ୟାସର ସୂକ୍ଷ୍ମ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ । ତଥାପି ମଙ୍ଗଳ ଏବଂ ଏରସ୍ ଗ୍ରହାଣୁର କ୍ଷିତିଜ ଲମ୍ବନ ମାପ କରାଯାଇ ଜ୍ୟୋତିରେକକର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣିତ ହୋଇଥିଲା ।

ଗତିଲମ୍ବନ ବିଧି (Method of dynamic parallax)

କେପ୍ଲରଙ୍କ ତୃତୀୟ ନିୟମ

$(T_1/T_2)^2=(a_1/a_2)^3$ ଏଠାରେ T_1,T_2,a_1,a_2 ଯଥାକ୍ରମେ ଦୁଇଟି ଗ୍ରହର ପରିକ୍ରମାକାଳ (Period of revolution) ଏବଂ ଦୀର୍ଘ ଅକ୍ଷାର୍ଦ୍ଧ (Semi major axis)। ପୃଥିବୀର ପରିକ୍ରମା କାଳ ଏକ ନାକ୍ଷତ୍ର ବର୍ଷ (Siderial year) ଏବଂ ପୃଥିବୀ କକ୍ଷର ମାଧ୍ୟ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଏକ ଜ୍ୟୋତିରେକକ (Astronomical unit) । ଏହାକୁ ଏକକ ଭାବେ ଗ୍ରହଣ କରି ଉକ୍ତ ସମୀକରଣର ରୂପ ହୁଏ $a=T^{2/3}$ । ପୃଥିବୀର କକ୍ଷ ପ୍ରାୟ ବୃତ୍ତାକାର ହୋଇଥିବାରୁ ଏହାର ଦୀର୍ଘ ଅକ୍ଷାର୍ଦ୍ଧ ଏବଂ ମାଧ୍ୟ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ସମାନ ନିଆଯାଏ । ଗ୍ରହମାନଙ୍କର ପରିକ୍ରମା କାଳର ସୂକ୍ଷ୍ମ ମାପ ସମ୍ଭବ । ଖାଲି ଜ୍ୟୋତିରେକକର ସୂକ୍ଷ୍ମ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପାଇଁ ୧୯୬୪ମସୀହାରେ ଶୁକ୍ର ଗ୍ରହର ଅପସଂଯୋଗ କାଳରେ ତାହାର ଦୂରତା ରେଡାର ସାହାଯ୍ୟରେ ମାପ କରାଗଲା । ସେଥିରୁ ଏହାର ସୂକ୍ଷ୍ମ ନିରୂପଣ ହୋଇପାରିଲା ଏବଂ ଅନ୍ୟ ଗ୍ରହମାନଙ୍କର କକ୍ଷର ସୂକ୍ଷ୍ମ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ସମ୍ଭବ ହେଲା । ଚିତ୍ର ୪.୧୦ ଦେଖନ୍ତୁ ।



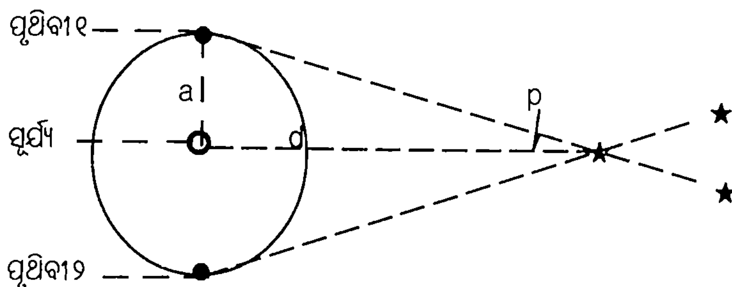
ଚିତ୍ର ୪.୧୦ ଶୁକ୍ରର ଅପସଂଯୋଗ

ତାରାର ଜ୍ୟାମିତିକ ଲମ୍ବନ (Geometrical parallax of stars) ଚିତ୍ର ୪.୧୧ଦେଖନ୍ତୁ ।

ତାରାମାନଙ୍କର ଦୂରତା ଏତେ ବେଶି ଯେ କ୍ଷିତିଜ ଲମ୍ବନ ବିଧି ଆଦୌ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ ନୁହେଁ । ଏଥିପାଇଁ ଏକ ଜ୍ୟୋତିରେକକକୁ ଭୂମିଭାବେ ନିଆଯାଏ ।

କୌଣସି ତାରାକୁ ୬ ମାସ ଅନ୍ତରରେ ଦେଖିଲେ ତାହା ପୃଷ୍ଠଭୂମିସ୍ଥ ତାରାମାନଙ୍କ ପରିପ୍ରେକ୍ଷିରେ

ସ୍ଥାନଚ୍ୟୁତ ହେଲାପରି ଦିଶେ । ଏହି ସ୍ଥାନଚ୍ୟୁତି ତାରାର ଲମ୍ବନର ଦୁଇଗୁଣ । ପୃଥିବୀର ସ୍ଥାନ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଜ୍ୟୋତିରେକକର ଦୁଇଗୁଣ । ତେଣୁ d=R/tanp~R/p । ଏଠାରେ ଲମ୍ବନ ରେଡିଆନ୍‌ରେ ଗଣାହୁଏ ।



ଚିତ୍ର ୪.୧୧ ତାରାର ବାର୍ଷିକ ଲମ୍ବନ

a=ଜ୍ୟୋତିରେକକ   d= ତାରାର ଦୂରତ୍ୱ   p= ତାରାର ଲମ୍ବନ

ପାର୍ସେକ୍ (parsec)   ଯେଉଁ ଦୂରତାରେ ତାରାର ଲମ୍ବନ ଏକ ଆର୍କସେକେଣ୍ଡ୍ ହୁଏ ତାହକୁ ପାର୍ସେକ୍ କହନ୍ତି । ଏହାର ପରିମାଣ ୩.୨୬ ଆଲୋକବର୍ଷ (l.y)= 206265au ।

ଏକ ଆର୍କସେକେଣ୍ଡ୍ ଏକ ଡିଗ୍ରୀର ୩୬୦୦ ଭାଗରୁ ଭାଗେ । ଏକ ରେଡିଆନ୍ ୨୦୬୨୬୫ ଆର୍କସେକେଣ୍ଡ୍ ।

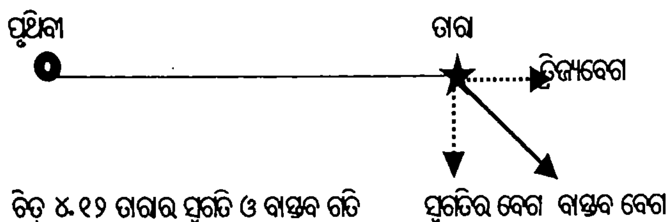
ଆଲୋକବର୍ଷ (light year,l.y)-ମହାଶୂନ୍ୟରେ ଆଲୋକର ବେଗ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡ୍‌ରେ ୧୫କୋଟି କିଲୋମିଟର୍ । ଏକ ନାକ୍ଷତ୍ର ବର୍ଷରେ ଆଲୋକ ଯେତେ ଦୂର ଯାଏ ତାହାକୁ ଆଲୋକ ବର୍ଷ କହନ୍ତି । ଏହା ମହାକାଶରେ ଦୂରତାର ଏକକ ।

Hipparcos (High Precision Parallax Collecting Satellite.)ନାମକ ଏକ ଉପଗ୍ରହସ୍ଥ ଦୂରବୀକ୍ଷଣ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରାୟ ୧,୨୦,୦୦୦ ତାରାଙ୍କର ଲମ୍ବନ ୧ ମିଲି ଆର୍କସେକେଣ୍ଡ ସୂକ୍ଷ୍ମତାରେ ମାପ କରାଯାଇ ପାରିଛି । ତାଛଡା ସେମାନଙ୍କର ସ୍ୱଗତିର ବାର୍ଷିକ ହାର ସେହି ସୂକ୍ଷ୍ମତାରେ ମାପ ହୋଇଛି ।

ତାରାର ସ୍ୱଗତି ଏବଂ ବାସ୍ତବ ଗତି (Proper motion and real motion of stars)

ଦୀର୍ଘକାଳବ୍ୟାପି ସୂକ୍ଷ୍ମ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ପରେ ଜଣାଗଲା ଯେ ତଥାକଥିତ ସ୍ଥିରତାରାଙ୍କର

ସ୍ଥିତିରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ । ଏହାର ତିନିଟି କାରଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଗଲା । ପ୍ରଥମରେ ପୃଥିବୀର ସୂର୍ଯ୍ୟ ପରିକ୍ରମା ହେତୁ ଲମ୍ବନ । ଦ୍ୱିତୀୟରେ ସୂର୍ଯ୍ୟର ନିଜସ୍ୱ ଗତି । ସୌରଜଗତ୍‌କୁ ନେଇ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଏହି ଗତିରେ ଚାଲିଛି । ତୃତୀୟତଃ ତାରାର ସ୍ୱଗତି ଯାହାକି ଦୃଷ୍ଟିପଥର ଅଭିଲମ୍ବ ଦିଗରେ ହୁଏ । ଚତୁର୍ଥରେ ତାରାର ତ୍ରିଜ୍ୟଗତି । ସୂର୍ଯ୍ୟର ନିଜଗତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରି ଦୃଷ୍ଟ ଗତିରୁ ବାଦ୍ ଦେଲେ ତାରାର ବାସ୍ତବ ଗତି ବାହାରେ ।

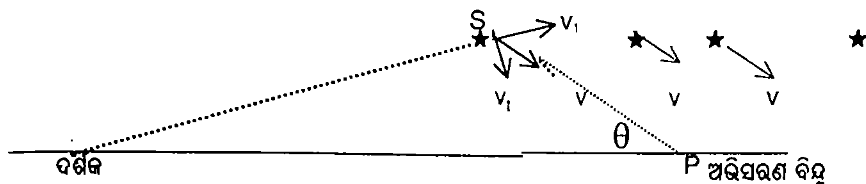


ଚିତ୍ର ୪.୧୨ ତାରାର ସ୍ୱଗତି ଓ ବାସ୍ତବ ଗତି

ସୂର୍ଯ୍ୟର ନିଜସ୍ୱ ଗତି

ଆଖପାଖରେ ଥିବା ତାରାମାନଙ୍କର ଆପାତ ସ୍ୱଗତି ମପାଯାଏ । ଧରି ନିଆଯାଏ ଯେ ଏହି ଗତିର ପରିମାଣ ପ୍ରାୟ ସମାନ ଏବଂ ଦିଗ ଯାଦୃଚ୍ଛିକ (random)। ତେଣୁ ଏମାନଙ୍କ ଯୋଗଫଳ ଶୂନ୍ୟ ହେବା ଉଚିତ । ଏହାକୁ ସ୍ଥାନୀୟ ସ୍ଥିରତାର ମାନକ (Local standard of rest) ସଂଜ୍ଞା ଦିଆଯାଏ । ଏହାର କୌଣସି ଆଭାସୀ ଗତିକୁ ବିପରୀତ ଦିଗରେ ସୂର୍ଯ୍ୟଗତିର ପ୍ରତିଫଳନ ବୋଲି ଗଣାଯାଏ । ଏହିଭାବେ ସୂର୍ଯ୍ୟର ନିଜସ୍ୱ ଗତି ମାପ କରାଯାଇଛି । ଏହାର ପରିମାଣ ୧୯.୪କିଲୋମିଟର୍ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡ ଏବଂ ଦିଗ ଏକ ବିନ୍ଦୁ ଆଡକୁ । ଏହି ବିନ୍ଦୁର ଚରାଂଶ ୨୭୧° ଏବଂ କ୍ରାନ୍ତି ୩୦° । ଏହି ଗଣନା ୧୯୦୦ ମସୀହା ପାଇଁ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ । ଏହି ବିନ୍ଦୁକୁ ସୌରଶୀର୍ଷ (Solar apex) ଏବଂ ଏହାର ବିପରୀତ ଦିଗକୁ ସୌର ପ୍ରତିଶୀର୍ଷ (Solar antapex) କହନ୍ତି ।

ତାରାଗୁଚ୍ଛ (Star cluster)- କେତେକ ସ୍ଥାନରେ ଅନେକ ଗୁଡିଏ ତାରା ଏକତ୍ର ଥିବାର ଦେଖାଯାନ୍ତି । ବହୁସଂଖ୍ୟକ ତାରା ଏକ ସୀମିତ ସ୍ଥାନରେ ଥିବାରୁ ସେମାନେ ପରସ୍ପରର ମହାକର୍ଷଣ ଅନୁଭବ କରନ୍ତି । ସେମାନେ ସମସ୍ତେ ଏକ ସମୟରେ ଜନ୍ମ ନେଇଥିବାରୁ ସେମାନଙ୍କ ବୟସ ସମାନ । ସେମାନଙ୍କ ଗତିର ବେଗ ସମାନ ଓ ସମଦିଶୀ ।



ଚିତ୍ର ୪.୧୩ ଗୁଚ୍ଛ ଲମ୍ବନ ବିଧିର ମୂଳ ତତ୍ତ୍ୱ (Fundamentals of cluster parallax)

ମନେକର V=ବାସ୍ତବ ବେଗ, $V_r = V\sin\theta$=ତ୍ରିଜ୍ୟବେଗ, $V_t = V\cos\theta = d\mu$ ଅଭିଲମ୍ବ ବେଗ । d=ଗୁଚ୍ଛର ଦୂରତା

ଗୁଚ୍ଛର ସବୁ ତାରାଙ୍କର ଦୂରତା ସମାନ । ଗୁଚ୍ଛର ସବୁ ତାରାଙ୍କର ବାସ୍ତବ ଗତି ସମାନ୍ତର ଏବଂ ଏହି ରେଖାମାନ ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁ ଦିଗକୁ ଗଲାପରି ଦିଶନ୍ତି । ଏହା ଏକ ଦୃଷ୍ଟିଭ୍ରମ, ମାତ୍ର ଏହି ବିନ୍ଦୁର ଦିଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇ ପାରେ । ସେଥିରୁ θ କୋଣ ମିଳେ ଏବଂ ବାସ୍ତବ ଗତି ନିର୍ଣ୍ଣିତ ହୁଏ ।

ସୂତ୍ର:- $d = V\cos\theta / 4.738\mu$ d ପାର୍ସେକ୍‌ରେ, V କିଲୋମିଟର୍ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡ୍‌ରେ ଏବଂ μ ଆର୍କସେକେଣ୍ଡ୍ ପ୍ରତି ବର୍ଷରେ ।

ଗୁଚ୍ଛ ଲମ୍ବନ ବିଧିର ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା ବହୁ ତାରାଙ୍କ ଦୂରତା ମାପ କରା ଯାଇପାରିଛି । ଗୋଟି ଗୋଟି କରି ଏମାନଙ୍କ ଦୂରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ ଅସମ୍ଭବ କାରଣ ଏମାନେ ବହୁ ଦୂରରେ ଥିବାରୁ ଏମାନଙ୍କ ବାର୍ଷିକ ଲମ୍ବନ ଅତି ନଗଣ୍ୟ । ରୋହିଣୀ ଗୁଚ୍ଛର ତାରାମାନଙ୍କର ଦୂରତା ଉଭୟ ବିଧିରେ ମାପ ହୋଇଛି । ସେଠାରେ ଥିବା ପ୍ରାୟ ୨୦୦ ତାରାଙ୍କର ବର୍ଣ୍ଣାଳି ଓ ଆଭାସୀ ଦୀପ୍ତି ମାପ ହୋଇ ବର୍ଣ୍ଣାଳି ଲମ୍ବନ ପଦ୍ଧତିର ମୂଳଭିତ୍ତି ସୁଦୃଢ଼ ହୋଇଛି । ଦୂରତା ମାପିବାର ଅନ୍ୟ ବହୁ ବିଧି ବର୍ଣ୍ଣାଳି ଲମ୍ବନ ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ ଥିବାରୁ ବିଶ୍ୱର ଦୂରତ୍ୱ ମାନଦଣ୍ଡ ସ୍ଥାପନରେ ରୋହିଣୀ ଗୁଚ୍ଛ ଏକ ପ୍ରମୁଖ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରିଛି ।

ବହୁକାଳାବଧି ଲମ୍ବନ (Secular parallax) ସୂର୍ଯ୍ୟର ନିଜସ୍ୱ ଗତିର ବେଗ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ ୧୯.୪ କିମି ଏବଂ ଏହାର ଦିଗ ବି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ । ଏକ ବର୍ଷରେ ଏହା ୪.୦୭ au ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରେ । ୧୫-୨୦ବର୍ଷ ଅନ୍ତରରେ ନିଷ୍ପ୍ରଭ ତାରାମାନଙ୍କର ସ୍ଥାନଚ୍ୟୁତି ମାପି ହୁଏ ଏବଂ ସେଥିରୁ ସେମାନଙ୍କ ଦୂରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିହୁଏ । ସାରଣୀ ୪.୧,୨ ଓ ୩ରେ ବିଭିନ୍ନ ନଭପିଣ୍ଡମାନଙ୍କର ଦୂରତା ଏବଂ ଲମ୍ବନ ବିଧିର ପ୍ରୟୋଗ ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

ସାରଣୀ୪.୧- ସୌରଜଗତ୍‌ର ପିଣ୍ଡମାନଙ୍କ କ୍ଷିତିଜ ଲମ୍ବନ　　"⇒ଆର୍କସେକେଣ୍ଡ୍

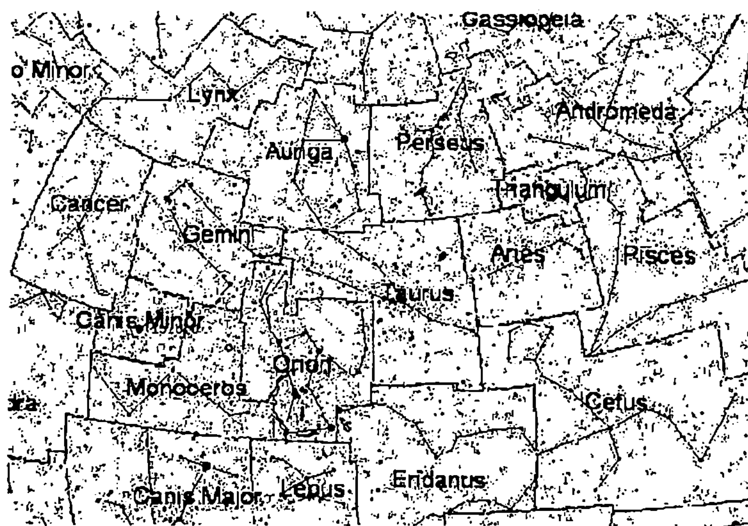
ପିଣ୍ଡ	ଚନ୍ଦ୍ର	ଶୁକ୍ର	ମଙ୍ଗଳ	ବୃହସ୍ପତି	ଶନି	ୟୁରସ୍
ମାପରସ୍ଥାନ	ମାଧ୍ୟ	ସମକୋଣୀ	ନିକଟତମ	ନିକଟତମ	ନିକଟତମ	ନିକଟତମ
ବିମ୍ବବ୍ୟାସ"	୧୮୬୫	୩୫	୧୮	୪୭	୨୦	୦.୫
ଲମ୍ବନ"	୩୪୨୩	୨୦	୨୪	୨	୧	୭୨
ଗ୍ୟାସ୍‌ମଣ୍ଡଳ	ନାହିଁ	ଅଛି	ଅଛି	ଅଛି	ଅଛି	ନାହିଁ

ସାରଣୀ ୪.୨-କେତେକ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ତାରାଙ୍କର ଲମ୍ବନ । ଦୂରତା ପାର୍ସେକ୍‌ରେ । "⇒ଆର୍କସେକେଣ୍ଡ୍ ।

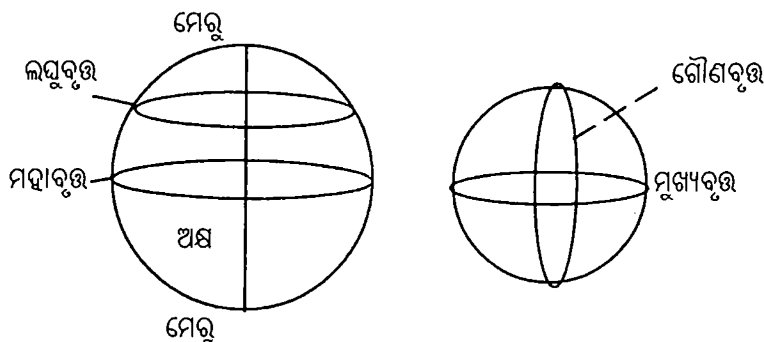
ତାରା	αCMa	αCMi	αAql	αTau	αOri	α Vir	α Sco
ଲମ୍ବନ "	୦.୩୭୫	୦.୨୮୭	୦.୧୯୮	୦.୦୪୮	୦.୦୧୨	୦.୦୧୪	୦.୦୦୮
ଦୂରତା	୨.୬୭	୩.୪୮	୫.୦୫	୨୦.୮	୮୩	୭୧	୧୨୫
ଭାରତୀୟ ନାମ	ବ୍ୟାଧ	-	ବ୍ରହ୍ମହୃଦୟ	ରୋହିଣୀ	ଆର୍ଦ୍ରା	ଚିତା	ଜ୍ୟେଷ୍ଠା

ସାରଣୀ ୪.୩ କେତେକ ତାରାଗୁଚ୍ଛଙ୍କର ଦୂରତା ପାର୍ସେକ୍‌ରେ

ତାରାଗୁଚ୍ଛ	Pleiads	Praeseppe	Hyades	U.Major
ଭାରତୀୟ ନାମ	କୃତ୍ତିକା	ପୁଷ୍ୟା	ରୋହିଣୀ	ସପ୍ତର୍ଷି
ଦୂରତା,ପାର୍ସେକ୍	୧୩୦	୧୬୦	୪୧	୨୪



ଚିତ୍ର ୪.୧ ତାରାପୁଞ୍ଜ ଓ ତାରାମଣ୍ଡଳ



ଚିତ୍ର ୪.୨ ଗୋଳ ସ୍ଥାନାଙ୍କ ପଦ୍ଧତିର ମୂଳଭିତ୍ତି

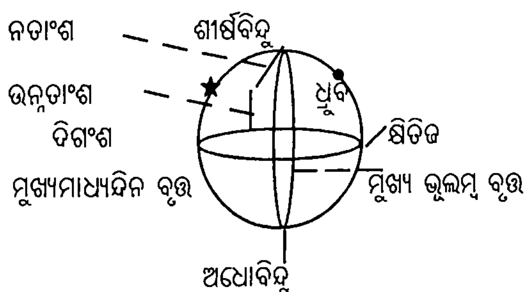
Basic elements of spherical coordinate systems

ପରିଭାଷା

ଗୋଳପୃଷ୍ଠ Surface of the sphere   ଅକ୍ଷ axis

ମହାବୃତ୍ତ great circle   ଲଘୁବୃତ୍ତ small circle   ମେରୁ pole

ମୁଖ୍ୟବୃତ୍ତ primary circle   ଗୌଣବୃତ୍ତ secondary circle

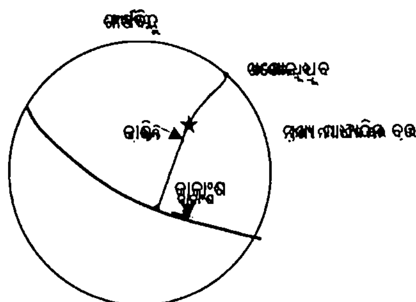


ପରିଭାଷା   ଚିତ୍ର ୪.୩ କ୍ଷିତିଜ ପଦ୍ଧତି (Alt-azimuth system)

ଶୀର୍ଷବିନ୍ଦୁ- Zenith ଅଧୋବିନ୍ଦୁ- Nadir ଉନ୍ନତାଂଶ- Altitude ଦିଗଂଶ - Azimuth

ନତାଂଶ- Zenith distance ମୁଖ୍ୟ ମାଧ୍ୟନ୍ଦିନ ବୃତ୍ତ- Prime meridian

ମୁଖ୍ୟ ଭୂଲମ୍ବ ବୃତ୍ତ- Prime vertical



ଚିତ୍ର ୪.୪ ସ୍ଥାନୀୟ ବିଷୁବୀୟ ପଦ୍ଧତି (Local Equatorial System)

ପରିଭାଷା

ଶୀର୍ଷବିନ୍ଦୁ- Zenith

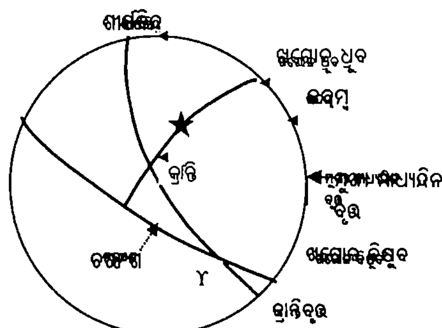
ମୁଖ୍ୟ ମାଧ୍ୟନ୍ଦିନ ବୃତ୍ତ- Prime meridian

ଖଗୋଳ ବିଷୁବ- Celestial equator

ଖଗୋଳ ଧ୍ରୁବ- Celestial pole

କ୍ରାନ୍ତି - Declination

ଭାଳାଂଶ- Hour angle



ଚିତ୍ର ୪.୫ ସାର୍ବତ୍ରିକ ବିଷୁବୀୟ ପଦ୍ଧତି (Universal Equatorial system)
କ୍ରାନ୍ତି

ପରିଭାଷା

କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତ- Ecliptic

ଖଗୋଳ ବିଷୁବ- Celestial equator

କ୍ରାନ୍ତି- Declination

ଚରାଂଶ- Right ascension

ବସନ୍ତ ସମ୍ପାତ- Υ- Vernal equinox

କଦମ୍ବ- Pole of ecliptic

ଖଗୋଳ ଧ୍ରୁବ- Celestial pole

ମୁଖ୍ୟ ମାଧ୍ୟନ୍ଦିନ ବୃତ୍ତ- Prime meridian

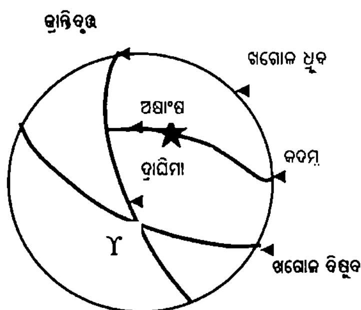
ତାରା ମାନଚିତ୍ରମାନଙ୍କରେ ସର୍ବଥା ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

ପରିଭାଷା

ଧ୍ରୁବ Pole କ୍ରାନ୍ତି Declination ଚରାଂଶ Right ascension

କାଳାଂଶ Hour angle କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତ Ecliptic ବିଷୁବବୃତ୍ତ Equator

ମୁଖ୍ୟ ମାଧ୍ୟନ୍ଦିନ ବୃତ୍ତ Prime meridian ମେଷାଦ୍ୟ First point of Aries



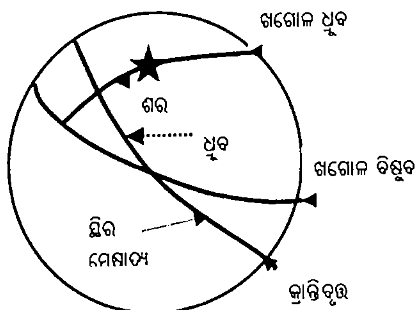
ଚିତ୍ର ୪.୬ କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତୀୟ ପଦ୍ଧତି (Ecliptic system)

ପରିଭାଷା

ଖଗୋଳ ଧ୍ରୁବ-Celestial pole ଖଗୋଳ ବିଷୁବ-Celestial equator କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତ- Ecliptic

କଦମ୍- Pole of ecliptic ଖଗୋଳ ଅକ୍ଷାଂଶ- Celestial latitude

ଖଗୋଳ ଦ୍ରାଘିମା- Celestial longitude ବସନ୍ତ ସମ୍ପାତ- ♈- Vernal equinox



ଚିତ୍ର ୪.୭ ଭାରତୀୟ ନିରୟଣ ବିଧି

ଆଲୋକମିତି (photometry)

ସଂଜ୍ଞା

ଜ୍ୟୋତି (Luminosity, L)   ତାରାରୁ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ ଆଗତ ସମସ୍ତ ଆଲୋକର ପରିମାଣ ।

ତୀବ୍ରତା (Intensity, I)   D ଦୂରତାରେ ଦର୍ଶକ ପାଖରେ ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ ପଡୁଥିବା ଆଲୋକର ପରିମାଣ ।



ତାରା ଜ୍ୟୋତି.L   ଦୂରତା D   ଦର୍ଶକ, ତୀବ୍ରତା I

ଚିତ୍ର ୪.୧୪ ଆଲୋକର ବିଲୋମବର୍ଗ ନିୟମ

ତାରାର ଆଲୋକ ଚାରିଆଡକୁ ସମଭାବରେ ବିକିରିତ ହୁଏ । D ଦୂରତାରେ L ପରିମାଣ ଆଲୋକ $4\pi D^2$ ପରିମାଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପ୍ରବାହିତ ହେଉଛି । ତେଣୁ ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପ୍ରବାହିତ ଆଲୋକର ପରିମାଣ $I = L/4\pi D^2$ ୪.୧

ଏହାକୁ ଆଲୋକର ବିଲୋମବର୍ଗ ନିୟମ କହନ୍ତି । ଏହା ଅନୁସାରେ ତାରାରୁ ଦୂରତା ଦୁଇଗୁଣ ହେଲେ ତୀବ୍ରତା ହେବ ଚାରିଭାଗରୁ ଭାଗେ ।

ଦୁଇଟି ତାରାର ଜ୍ୟୋତି L_1, L_2 ; ଦର୍ଶକଠାରୁ ଦୂରତା D_1, D_2 ଏବଂ ଆପତିତ ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତା I_1, I_2 ହେଲେ ଏହି ନିୟମ ଅନୁସାରେ

$I_1/I_2 = L_1 D_2^2 / L_2 D_1^2$..୪.୨

ଆଭାସୀ ଦୀପ୍ତି (apparent magnitude,m) ତାରାର ଦୀପ୍ତିର ସଂଜ୍ଞା ସମୀକରଣ ୪.୩ରେ ଦିଆଯାଇଛି । ଦୁଇଟି ତାରାରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତା ଓ ଦୀପ୍ତି ଯଥାକ୍ରମେ I_1, I_2, m_1, m_2 ହେଲେ

$m_1 - m_2 = -2.5\log(I_1/I_2)$-.......................................୪.୩

ପରମ ଦୀପ୍ତି (absolute magnitude,M)   ୧୦ ପାର୍ସେକ୍ ଦୂରସ୍ଥ ତାରାର ଆଭାସୀ ଦୀପ୍ତି କୁ ତାରାର ପରମ ଦୀପ୍ତି କୁହାଯାଏ । ଆଭାସୀ ଦୀପ୍ତି ରେ ଜ୍ୟୋତି ଓ ଦୂରତା ଉଭୟ ମିଶ ଅଛନ୍ତି ସମୀକରଣ ୪.୨ରେ $D_1 = D_2 = 10$pcs ଏବଂ ଉଭୟ ତାରାର ପରମ ଦୀପ୍ତି ଯଥାକ୍ରମେ M_1, M_2 ହେଲେ ଦୂରତା ଉଭୟର ମିଶ୍ରଣରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ । ଏଥିରୁ ଦୂରତାର ପ୍ରଭାବକୁ ବାଦ୍ ଦେବା ପାଇଁ ପରମ ଦୀପ୍ତିର ପରିକଳ୍ପନା । ପରମ ଦୀପ୍ତି କେବଳ ତାରାର ଜ୍ୟୋତିର ମାପ ।

$M_1 - M_2 = -2.5\log(L_1/L_2)$.......................................୪.୪

ବିଲୋମବର୍ଗ ନିୟମର ଜ୍ୟୋତିର୍ବୈଜ୍ଞାନିକ ରୂପ

$m-M = 5\log D-5 =$ ଦୂରତା ସୂଚକାଙ୍କ (distance index)....୪.୫

ଦୀପ୍ତି m=0 ର ସଂଜ୍ଞା

ସମୀକରଣ ୪.୩ରୁ ଦେଖାଯିବ ଯେ ଏହା କେବଳ ଦୁଇଟି ତାରାର ଦୀପ୍ତି ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦେଖାଉଛି । ତାରାର ଦୀପ୍ତିକୁ ଏକକ ସଂଖ୍ୟାରେ ପ୍ରକାଶ କରିବାକୁ ହେଲେ ଦୀପ୍ତି 0 ର ଏକ ସଂଜ୍ଞା ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରିବାକୁ ହେବ । ଏହାର ଆଧୁନିକ ସଂଜ୍ଞା ଅନୁସାରେ ତାରାଲୋକର ଅଭିଲମ୍ବ ଦିଗରେ ପ୍ରତି ବର୍ଗ ସେଣ୍ଟିମିଟରେ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ ୧୦ଲକ୍ଷ ଫୋଟନ୍ ପଡିଲେ ସେଠାରେ ଦୀପ୍ତି 0 ଗଣାହୁଏ ଏବଂ ସମୀକରଣ ୪.୩ରୁ ଅନ୍ୟ ତାରାମାନଙ୍କର ଦୀପ୍ତି ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ହୁଏ । ଏଥିରେ ଫୋଟନ୍ ଗଣନା ପଦ୍ଧତି କାମରେ ଲାଗେ ।

ତ୍ରିବର୍ଣ୍ଣୀ ଦୀପ୍ତି ପରାବାଇଗଣି, ନୀଳ ଏବଂ ହଳଦିଆ ବର୍ଣ୍ଣରେ ତାରାର ଦୀପ୍ତି ମାପହୁଏ । ଏହାକୁ ଯଥାକ୍ରମେ U,B,V (ultraviolet,blue,visual) ପରାବାଇଗଣି, ନୀଳ ଏବଂ ଦୃଶ୍ୟଦୀପ୍ତି କହନ୍ତି । ସାଧାରଣତଃ ଦୀପ୍ତି କହିଲେ ଦୃଶ୍ୟଦୀପ୍ତିକୁ ବୁଝାଏ ।

ବର୍ଣ୍ଣ ସୂଚକାଙ୍କ (Colour index,C) C=B-V..........................୪.୬..

ଏହା ତାରାର ତାପମାତ୍ରାର ସୂଚନା ଦିଏ । ଏହି ସୂଚକାଙ୍କ ତାରାର ଦୁଇଟି ବର୍ଣ୍ଣରେ ଦୀପ୍ତିର ପାର୍ଥକ୍ୟ ହୋଇ ଥିବାରୁ ଆନ୍ତଃତାରା କ୍ଷୀମନ (Interstellar extinction) ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଭାବିତ ହୁଏ ନାହିଁ । ବହୁଦୂରରୁ ଆସୁଥିବା ଆଲୋକ ମହାକାଶରେ ଥିବା ଗ୍ୟାସ ଅଣୁ ଏବଂ ଧୂଳିକଣା ଦ୍ୱାରା ଅବଶୋଷିତ ଏବଂ ବିଚ୍ଛୁରିତ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ଦୀପ୍ତିର ମାପରେ ଏଥି ପାଇଁ ଏକ ସଂସ୍କାର କରିବାକୁ ପଡେ ।

ଆଭାସୀ ଦୀପ୍ତିର ମାପ

ପ୍ରାଚୀନ ପଦ୍ଧତି ଖ୍ରୀ.ପୂ. ପ୍ରଥମ ଶତାବ୍ଦୀରେ ଗ୍ରୀକ୍ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀ ହିପାର୍କସ ପ୍ରଥମେ ସ୍ୱରଚିତ ତାରା କାଟାଲଗ୍‌ରେ ଏହାର ପ୍ରଚଳନ କରିଥିଲେ । ସେତେବେଳେ ଖାଲି ଆଖିରେ ତାରାମାନଙ୍କର ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତାର ତୁଳନା କରି ଦୀପ୍ତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ ହେଉଥିଲା ।ଅଷ୍ଟାଦଶ ଶତାବ୍ଦୀର ମଧ୍ୟଭାଗରେ ଦୂରବୀକ୍ଷଣ ସହ ଆଲୋକ ଗତିର ବ୍ୟବହାର ପ୍ରଚଳିତ ହେଲା । ଦୂରବୀକ୍ଷଣ ଯୁଗର ଆରମ୍ଭରେ ମଧ୍ୟ ସେହି ବିଧି ଅନୁସୃତ ହେଉଥିଲା । ସେତିକି ବେଳେ ସମୀକରଣ ୪.୩ ପ୍ରତିଷ୍ଠିତ ହେଲା । ୧ମ ଏବଂ ୬ଷ୍ଠ ଦୀପ୍ତିର

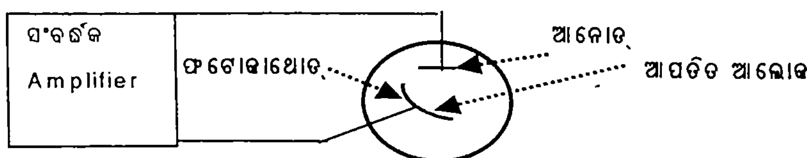
ତାରାମାନଙ୍କ ତୀବ୍ରତାର ଅନୁପାତ ୧୦୦ ବାହାରିଲା ଏବଂ ସମୀକରଣ ୪.୨ ଏହାର ସ୍ୱରୂପ । ଉତ୍ତର ଆକାଶର ୧୦୦ଟି ତାରାଙ୍କର ମାଧ୍ୟଦୀପ୍ତିକୁ ୬ ଗଣାଗଲା, ଏବଂ ସେଥିରୁ ଉକ୍ତ ସମୀକରଣ ଦ୍ୱାରା ଅନ୍ୟ ତାରାଙ୍କ ଦୀପ୍ତି ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହେଲା । ଏହି ତାରାମାନଙ୍କୁ North polar sequence କୁହାଯାଏ ।

୩. ଫଟୋଗ୍ରାଫୀୟ ଆଲୋକମିତି (Photographic photometry)

ଊନବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ମଧ୍ୟଭାଗରେ ଦୂରବୀକ୍ଷଣ ସହ ଫଟୋଗ୍ରାଫି ଯୋଡାଗଲା । ଫଟୋଗ୍ରାଫି ପ୍ଲେଟ୍‌ରେ ଏକ ବିନ୍ଦୁର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ଏକ ଛୋଟ ବୃତ୍ତରେ ପରିଣତ ହୁଏ । ଏହି ବୃତ୍ତର ଆକାର ପ୍ଲେଟର ଗୁଣାତ୍ମକତା ଏବଂ ପ୍ରତିବିମ୍ବର ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଦେଖାଗଲା ଯେ ଦୃଶ୍ୟଦୀପ୍ତି ଫଟୋଗ୍ରାଫୀୟ ଦୀପ୍ତିରୁ ଭିନ୍ନ ହେଲା । ଏହାର କାରଣ ମଣିଷର ଆଖିର ସର୍ବାଧିକ ସଂବେଦନଶୀଳତା (Sensitivity) ବର୍ଣ୍ଣାଳିର ହଳଦିଆ ଭାଗରେ , ମାତ୍ର ଫଟୋଇମଲ୍‌ସନ୍‌ମାନେ ନୀଳରଙ୍ଗ ପ୍ରତି ଅଧିକ ସଂବେଦନଶୀଳ ।

୪. ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନୀୟ ପଦ୍ଧତି

୧୯୩୦ ଦଶକରୁ ଏହାର ବ୍ୟବହାର ହୋଇ ଆସୁଛି । ଫଟୋସେଲ୍‌ର କାଥୋଡ୍ ଉପରେ ଆଲୁଅ ପଡିଲେ ସେଥିରୁ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ବାହାରି ଆନୋଡ୍‌ରେ ସଂଗୃହୀତ ହୁଏ । ଏହି କ୍ଷୀଣ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସ୍ରୋତର ବର୍ଦ୍ଧିତ ରୂପର ମାପରୁ ତୀବ୍ରତାର ଆକଳନ ହୁଏ । ସଂବର୍ଦ୍ଧନର ସମତା, ଅଦୀପ୍ତ ସ୍ରୋତର (dark current) ପରିମାଣ, ବିଭିନ୍ନ ବର୍ଣ୍ଣରେ ଫଟୋକାଥୋଡ୍‌ର ସଂବେଦନଶୀଳତା ଆଦି ଉପରେ ସତର୍କ ଦୃଷ୍ଟି ରଖିବାକୁ ପଡେ ।



ଚିତ୍ର ୪.୧୫ ଆଲୋକ-ବୈଦ୍ୟୁତିକ ପଦ୍ଧତି

ଆଲୋକ ସଂବର୍ଦ୍ଧକ (Photomultiplier) ଚିତ୍ର ୪.୧୬

ଏଥିରେ ଗୋଟିଏ ଖୋଳ ଭିତରେ ଫଟୋ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସ୍ରୋତର ଉଦ୍ଭବ ଏବଂ ସୁନିୟନ୍ତ୍ରିତ ସଂବର୍ଦ୍ଧନ ସଂଭବ ହୁଏ । ଏହାର କାର୍ଯ୍ୟକାରିତା ନିମ୍ନୋକ୍ତ ପ୍ରକାର ।

୧. ଫୋଟନ୍ ଫଟୋକାଥୋଡ୍‌ରୁ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ବାହାର କରେ ।

୨. ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ପ୍ରଥମ ଡାଇନୋଡ୍‌ର ଭୋଲ୍‌ଟେଜ୍ ଦ୍ୱାରା ତ୍ୱରିତ ହୋଇ ତାହାର ଗତିଜ ଶକ୍ତି ଅନୁସାରେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସଂଖ୍ୟକ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ବାହାର କରେ ।

୩. ଏହି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ମାନ ଦ୍ୱିତୀୟ ଡାଇନୋଡ୍‌ରେ ଅନୁରୂପ କାର୍ଯ୍ୟ କରନ୍ତି ।

୪. ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାର ପୁନରାବୃତ୍ତି ହେତୁ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଡାଇନୋଡ୍‌ରେ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଅନୁପାତରେ ବଢେ ।

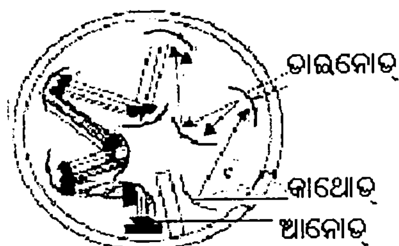
୫. ଆନୋଡ୍‌ରେ ଏକ ସଂବର୍ଦ୍ଧିତ ସ୍ରୋତ ସଂଗୃହୀତ ହୁଏ । ଏହି ବିଦ୍ୟୁତ୍‌ସ୍ରୋତର ପରିମାଣ କାଥୋଡ୍‌ରେ ପତିତ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା ସହ ସମାନୁପାତିକ, ତେଣୁ ଆପତିତ ଆଲୋକର ପରିମାଣ ମାପ ହୋଇପାରେ ।

ଫୋଟନ୍ ଗଣନା

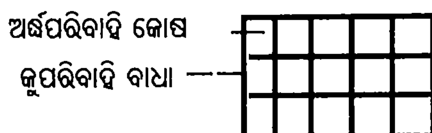
ଅତି ସ୍ତିମିତ ଆଲୋକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଦୁଇଟି ଫୋଟନ୍ ମଧ୍ୟରେ ଅଧିକ ବ୍ୟବଧାନ ଥାଏ ଏବଂ ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଆପତିତ ଫୋଟନ୍‌ମାନଙ୍କର ସିଧା ସଳଖ ଗଣନା କରାଯାଇପାରେ ।

ଚାର୍ଜ ସଂଯୋଗୀ ଉପକରଣ (charge coupled devices,ccd) ଚିତ୍ର ୪.୧୭ କୌଣସି ଏକ ଆଲୋକ ସଂବେଦୀ ଅର୍ଦ୍ଧ ପରିବାହୀ(light sensitive semi conductor) ଚିପ୍ ଉପରେ ବହୁ ସଂଖ୍ୟକ କୋଷ (cell) ନିର୍ମାଣ କରାଯାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ କୋଷକୁ ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ଅନ୍ୟ କୋଷମାନଙ୍କଠାରୁ କୁପରିବାହୀ ବାଧା(Insulating barrier) ଦ୍ୱାରା ଅଲଗା ରଖାଯାଏ । ଚିପ୍ ଉପରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବ ପଡିଲେ ତାହା ବହୁ ଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ ହୁଏ, ଏବଂ ପ୍ରତ୍ୟେକ ଭାଗ ଏକ ପିକ୍ସେଲ୍ (Pixel) ଏବଂ ଏହା ଚିତ୍ରର ଏକକ । ପ୍ରତି କୋଷରେ ଆପତିତ ପ୍ରତି ଫୋଟନ୍ ସେଠାରେ ଗୋଟିଏ ଫଟୋଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ ବାହାର କରେ ଏବଂ କୋଷଟି ଚାର୍ଜିତ ହୋଇଯାଏ । ଏହି ଚାର୍ଜ୍ ସଂଗ୍ରହ କରି କଂପ୍ୟୁଟର୍‌କୁ ନିଆଯାଏ ଏବଂ ସେଠାରେ ତାହାର ମାପକରି ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତା ବା ଫୋଟନ୍ ସଂଖ୍ୟା ନିରୂପିତ ହୁଏ । ପରାବାଇଗଣି ଓ ଦୃଶ୍ୟାଲୋକରେ ସିଲିକନ୍ ଏବଂ ଅବଲୋହିତରେ HgCdTe ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ଚିପ୍‌ର ଆୟତନ ପ୍ରାୟ ୨ଇଞ୍ଚ ରେ ୨ଇଞ୍ଚ ଏବଂ ପ୍ରତି କୋଷର ଆୟତନ ୧୫ ରେ ୧୫ ମାଇକ୍ରନ୍ ହୁଏ । ଏଥିରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ କୋଷର ଅଦୀପ୍ତ ସ୍ରୋତ ମାପ କରାଯାଇ କଂପ୍ୟୁଟର୍ ସ୍ମୃତିରେ ରଖାଯାଏ ଏବଂ ତାହା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ସଂସ୍କାର କରାଯାଏ । ଏହାର ସଂବେଦନଶୀଳତା ବହୁ ଅଧିକ ଏବଂ ଫଳାଫଳ ତତ୍କାଳ ଉପଲବ୍ଧ ହୋଇଥିବାରୁ ଏହାର ଆଦର ବଢିବାରେ ଲାଗିଛି । ଏହି ଉପାୟରେ

ଏକାବେଳେକେ ଲକ୍ଷ ଲକ୍ଷ ତାରାଙ୍କର ତଥ୍ୟ ସଂଗ୍ରହ କରାଯାଇ ପାରୁଛି । ବିଭିନ୍ନ ଫିଲ୍‌ଟର୍ ବ୍ୟବହାର କରି ବିଭିନ୍ନ ବର୍ଣ୍ଣରେ ସେମାନଙ୍କ ଦୀପ୍ତି ମାପି ହେଉଛି ।



ଚିତ୍ର ୪.୧୬ ଆଲୋକ ସଂବର୍ଦ୍ଧକ



ଚିତ୍ର ୪.୧୭ ଚାର୍ଜ ସଂଯୋଗୀ ଉପକରଣର ଗଠନ

ପରିଭାଷା

ଅର୍ଦ୍ଧ ପରିବାହି କୋଷ semiconducting cell, କୁପରିବାହି ବାଧା insulating barrier

ବ୍ୟବିହାର ବିଧି

ମହାକାଶରେ ଦୂରତ୍ୱ

ବର୍ଣ୍ଣାଳି ଲମ୍ବନ ବିଧ (The method of spectroscopic parallax)

ଏହି ପଦ୍ଧତିରେ ତାରାର ବର୍ଣ୍ଣାଳିରୁ ତାହାର ଜ୍ୟୋତି ବା ପରମ ଦୀପ୍ତି ଜଣାଯାଏ ଏବଂ ଆଭାସୀ ଦୀପ୍ତିର ମାପରୁ ସମୀକରଣ ୪.୫ ଦ୍ୱାରା ଦୂରତ୍ୱ ହିସାବ କରାହୁଏ । ଏହି ପଦ୍ଧତିର ପ୍ରଧାନ ସୁବିଧା ହେଲା ଏହା ଦୂରତ୍ୱ ନିରପେକ୍ଷ । ନିକଟବର୍ତ୍ତି ବା ମଧ୍ୟମ ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ ତାରା ବା ତାରାଗୁଚ୍ଛମାନଙ୍କର ଜ୍ୟାମିତିକ ଲମ୍ବନରୁ ଏହାର ସତ୍ୟାପନ (Calibration) କରାହୁଏ ।

ହର୍ଟସ୍ପ୍ରଙ୍ଗ ରସେଲ ଆରେଖ (Herzsprung-Russel diagramme)

ଡେନ୍‌ମାର୍କର ହର୍ଟସ୍ପ୍ରଙ୍ଗ୍ ଓ ଯୁକ୍ତରାଷ୍ଟ୍ର ଆମେରିକାର ରସେଲ ପ୍ରାୟ ଏକ ସମୟରେ ଏହି ଆରେଖ ପ୍ରକାଶ କଲେ । ତାରାମାନଙ୍କର ବର୍ଣ୍ଣାଳୀୟ ବର୍ଗୀକରଣ ସହ ତାରାର ତାପମାତ୍ରାର ସମ୍ପର୍କ

ଜଣାଥିଲା । ସେମାନେ ତାରାର ବର୍ଣ୍ଣାଳିବର୍ଗ ସହ ତାହାର ଜ୍ୟୋତିର ଆରେଖ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରି ଦେଖାଇଲେ ଯେ ଏ ଦୁଇଟି ଭିତରେ ଏକ ନିବିଡ ସମ୍ପର୍କ ରହିଛି । ଏହାଦ୍ୱାରା ତାରାର ବର୍ଣ୍ଣାଳି ବିଶ୍ଳେଷଣ କରି ତାହାର ଜ୍ୟୋତି ଜାଣିହେବ । ଏହି ପଦ୍ଧତି ତାରାମାନଙ୍କର ଦୂରତା ନିରୂପଣ କରିବାରେ ମୁଖ୍ୟ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରିଛି ।

ସେଫେଇଡ୍ ପରିବର୍ତ୍ତୀ ତାରା (Cepheid variables) (ଚିତ୍ର ୪.୧୧)

ଏମାନଙ୍କର ଜ୍ୟୋତିରେ ସାମୟିକ ଆବର୍ତ୍ତୀ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ । ଏମାନଙ୍କର ଚରମ ଜ୍ୟୋତି ଓ ପରିବର୍ତ୍ତନର ଆବର୍ତ୍ତିକାଳ ମଧ୍ୟରେ ଏକ ସୂତ୍ର ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ହୋଇଛି । ସେଥିରୁ ଆବର୍ତ୍ତିକାଳରୁ ଚରମ ଜ୍ୟୋତି ମିଳେ ଏବଂ ତୀବ୍ରତାର ମାପରୁ ବିଲୋମବର୍ଗ ନିୟମର ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା ଦୂରତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୁଏ । ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ଗାଲାକ୍ସି ଓ ଗୋଳଗୁଚ୍ଛମାନଙ୍କ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହି ବିଧି ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ । ଦୂରତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟରେ ବ୍ୟବହୃତ କେତେକ ମାନକ ବର୍ତ୍ତିକାର ତଥ୍ୟ ସାରଣୀ ୪.୪ରେ ଦ୍ରଷ୍ଟବ୍ୟ ।

ସାରଣୀ ୪.୪ ଆଲୋକ ବର୍ତ୍ତିକାମାନଙ୍କର ଜ୍ୟୋତି

ଆଲୋକ ବର୍ତ୍ତିକା (Standard Candles)	ଜ୍ୟୋତି L_{sun}
ଆର୍ ଆର୍ ଲିରା	୧୦୦
ସେଫେଇଡ୍	୬୦୦-୨୦୦୦୦
ନୋଭା	୮୦୦୦୦
ଗୋଳଗୁଚ୍ଛ	୧୦୦୦୦୦
ସୁପର୍ନୋଭା ପ୍ରକାର ୧ ଚରମ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତା	୩.୨x୧୦^{୨}
ସୁପର୍ନୋଭା ପ୍ରକାର ୨ ଚରମ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତା	୪ x ୧୦^{୮}
କୁଣ୍ଡଳିତ ଗାଲାକ୍ସି	~୧୦^{୧୦}

ଗାଲାକ୍ସି ଗୁଚ୍ଛର ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତା କ୍ରମରେ ପଞ୍ଚମ ଗାଲାକ୍ସିକୁ ମାଧ୍ୟ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତାର ମାପ ନିଆଯାଏ ।

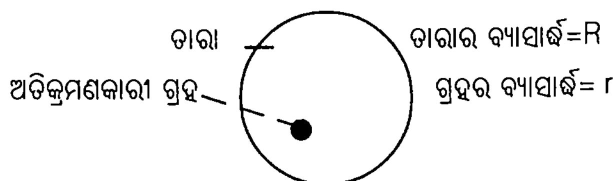
ହବ୍ଲ୍ ନିୟମ

ଏହି ନିୟମ ଅନୁସାରେ ଗାଲାକ୍ସିର ତ୍ରିଜ୍ୟବେଗ ତାହାର ଦୂରତା ସହ ସମାନୁପାତିକ । ବିଶ୍ୱ ବିସ୍ତାରର ବେଗ ସମାନ ଥିବାରୁ ଏହି ନିୟମ ଲାଗୁ ହୁଏ । ତ୍ରିଜ୍ୟବେଗ ଡପ୍ଲର ପ୍ରଭାବ ଦ୍ୱାରା ମାପ ହୁଏ । ତ୍ରିଜ୍ୟବେଗ v କିଲୋମିଟର ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡ, ଦୂରତ୍ୱ D ମେଗାପାର୍ସେକ୍, ଏବଂ ହବ୍ଲ୍ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ H_0 ହେଲେ $v = H_0 D$ । ହବ୍ଲ୍ ଧ୍ରୁବାଙ୍କର ମାନ ୭୦ କିଲୋମିଟର ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡ ବୋଲି ଆକଳନ

କରାଯାଇଛି । ବହୁ ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ ଗାଲାକ୍ସି ଗୁଚ୍ଛମାନଙ୍କ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହି ବିଧିର ପ୍ରୟୋଗ କରାହୁଏ ।

୨. **ତାରାର ସକ୍ରିୟତା** ଆଲୋକର ଅତି ସୂକ୍ଷ୍ମ ମାପରୁ ତାରାର ସକ୍ରିୟତା ଅନୁମାନ କରି ତାହାକୁ ନବଜାତ ମୁଖ୍ୟକ୍ରମ ତାରାମାନଙ୍କର ବୟସ ଗଣନା ପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରିବାର ଚେଷ୍ଟା ଚାଲିଛି ।

୩. ସୌରେତର ଗ୍ରହର ସନ୍ଧାନ



ଚିତ୍ର ୪.୧୮ ସୌରେତର ଗ୍ରହର ସନ୍ଧାନ

ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ କୌଣସି ତାରା ଚାରିଆଡେ ପରିକ୍ରମା କରୁଥିବା ଗ୍ରହର କକ୍ଷ ଯଦି ଆମର ଦୃଷ୍ଟିରେଖାର ଅଭିଲମ୍ବ ଦିଗରେ ଥାଏ ତେବେ ଗ୍ରହ ଦ୍ୱାରା ତାରାର ପରାଗ ଦେଖାଯାଏ । ପରାଗ କାଳରେ ଏବଂ ଅନ୍ୟଥା ଆପତିତ ଆଲୋକର ଅନୁପାତରୁ ଗ୍ରହର ସନ୍ଧାନ, ଆକାର ଏବଂ ପରିକ୍ରମା କାଳ ଆଦି ଜଣାଯାଏ ।

ଆପତିତ ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତାର ଅନୁପାତ $=1-(r/R)^2$

ଦୀପ୍ତିର ପାର୍ଥକ୍ୟ $=-2.5\log(1-r^2/R^2)=-2.5\log(I_1/I_2)$,

ଏହା ଦୂରତ୍ୱ ନିରପେକ୍ଷ ଏବଂ ଉପରାଗୀ ଯୁଗ୍ମତାରାମାନଙ୍କ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବହୁଳ ବ୍ୟବହୃତ । ଗ୍ରହମାନଙ୍କ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହି ବିଧିର ପ୍ରୟୋଗ ଏବେ ଆରମ୍ଭ ହେଉଛି । ଦୀପ୍ତି ମାପର ସୂକ୍ଷ୍ମତା ଏବଂ ନିର୍ଭରଯୋଗ୍ୟତା ଏଥିରେ ପ୍ରଧାନ ଅନ୍ତରାୟ ଥିଲା ।

ସୂର୍ଯ୍ୟ ବୃହସ୍ପତି $r/R=10$, $I_1/I_2=0.99$, $dm=0.011$

ସୂର୍ଯ୍ୟ ପୃଥିବୀ $r/R=9.2\times10^{-3}$, $I_1/I_2=0.9999$, $dm=1.08\times10^{-4}$

ଏବେ ଉପଲବ୍ଧ ମାପର ସୂକ୍ଷ୍ମତା ≈୦.୦୦୧^m, ତେଣୁ ଏହି ବିଧିରେ ବୃହସ୍ପତିପ୍ରାୟ ଗ୍ରହର ସନ୍ଧାନ ସମ୍ଭବ ମାତ୍ର ପୃଥିବୀ ପ୍ରାୟ ଗ୍ରହର ଠାବ ସମ୍ଭବ ନୁହେଁ । ମାପର ସୂକ୍ଷ୍ମତା ବୃଦ୍ଧି କରି ପୃଥିବୀପ୍ରାୟ ଗ୍ରହର ସନ୍ଧାନ ପାଇଁ ଏହା ଏବେ ଏକମାତ୍ର ସମ୍ଭାବ୍ୟ ଉପାୟ ।

ମହାକର୍ଷଣୀୟ ଲେନ୍ସ୍ ପ୍ରଭାବ (Gravitational lensing)

ଆଲବର୍ଟ ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍ ତାଙ୍କ ସାଧାରଣ ଆପେକ୍ଷିକ ତତ୍ତ୍ୱରେ ପ୍ରମାଣ କଲେ ଯେ ମହାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଆଲୋକର ଗତିପଥ ଆକର୍ଷଣର କେନ୍ଦ୍ର ଆଡକୁ ବଙ୍କେଇ ଯାଏ । ଇଂଲଣ୍ଡର ପ୍ରସିଦ୍ଧ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀ ଏଡିଙ୍ଗ୍‌ଟନ୍ ଏକ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ସୂର୍ଯ୍ୟପରାଗ ବେଳେ ଏହା ପରୀକ୍ଷା କରି ଦେଖାଇଲେ । ପୃଷ୍ଠଭୂମିସ୍ଥିତ ତାରାର ଆଲୋକ ସାମ୍ନାରେ ଥିବା ଗ୍ରହର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପୁଞ୍ଜୀଭୂତ ହୋଇ ତାରାର ଆଭାସୀ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତା ବଢାଇ ଦିଏ । ଏହି ପରିବର୍ତ୍ତନର ପରିମାଣ ଓ ଏହାର ବ୍ୟବହାର ଦ୍ୱାରା ଅଦୃଶ୍ୟ ଗ୍ରହର ସନ୍ଧାନ ଏବେ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ଏକ ଅଗ୍ରଣୀ ଆଲୋଚ୍ୟ ବିଷୟ ।



ଦୂରବର୍ତ୍ତି ତାରାରୁ ଆଲୋକ ରେଖା ଦର୍ଶକ

ଚିତ୍ର ୪.୧୯ ମହାକର୍ଷଣୀୟ ଲେନ୍ସ୍ ପ୍ରଭାବ

ସାଧାରଣତଃ ତାରାର ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତାରେ ନିଷ୍ପ୍ରଭ ଗ୍ରହମାନେ ହଜିଯାନ୍ତି । କେବଳ ସେମାନଙ୍କ ମହାକର୍ଷଣ ବଳହିଁ ଗ୍ରହର ସନ୍ଧାନ ଦେଇପାରେ । ଗ୍ରହର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ହେତୁ ତାରାର ଗତି ମାପ ହୋଇ ପାରୁଛି । ମାତ୍ର ଏହି ପଦ୍ଧତିରେ କେବଳ ବୃହସ୍ପତି ବା ତାଠାରୁ ବଡ ଗ୍ରହମାନଙ୍କର ସନ୍ଧାନ ମିଳିଛି । ଉପରୋକ୍ତ ଦୁଇ ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ସାନ ଗ୍ରହମାନେ ଧରା ପଡିବାର ଆଶା ରହିଛି । ତେଣୁ ଏବିଷୟରେ ତନାଘନା ଉଦ୍ୟମ ଚାଲିଛି ।

ବର୍ଣ୍ଣାଳିମିତି (Spectrometry)

ଦୃଶ୍ୟାଲୋକର ବର୍ଣ୍ଣାଳି ଏହା ସାତଟି ରଙ୍ଗର ସମାହାର । ସେଗୁଡିକ ହେଲା ବାଇଗଣି, ଘନନୀଳ, ନୀଳ, ଶବୁଜ, ହଳଦିଆ, ନାରଙ୍ଗୀ, ଲାଲ . (ସଂକ୍ଷେପରେ ବାଘନିଶହନାଲା) । ଇଂରାଜିରେ violet, Indigo,blue,green, Yellow, orange, red.(vibgyor in short) । ଆଧୁନିକ ବିଜ୍ଞାନରେ ଏହା ନିଉଟନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଆବିଷ୍କୃତ ବୋଲି ପରିଚିତ । ମାତ୍ର ବହୁ ପ୍ରାଚୀନ କାଳରୁ ଇନ୍ଦ୍ରଧନୁର ସାତରଙ୍ଗ ସୂର୍ଯ୍ୟ କିରଣରୁ ଆସିଛି ବୋଲି ଭାରତୀୟ ବୈଜ୍ଞାନିକମାନେ ଜାଣିଥିଲେ । ସୂର୍ଯ୍ୟଙ୍କ ରଥର ସାତଟି ଘୋଡା ଏହି ସାତରଙ୍ଗର ପ୍ରତୀକ ବୋଲି ଅନେକେ ମତ ଦିଅନ୍ତି । ନିଉଟନଙ୍କ କାମର ତାତ୍ପର୍ଯ୍ୟ ଏହି ଯେ ସେ ଏକ ପ୍ରିଜ୍ମ ବ୍ୟବହାର କରି ଆଲୋକ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରିବା ଶିଖାଇଲେ । ଏହିଠାରୁ ବର୍ଣ୍ଣାଳିମିତି ବିଦ୍ୟାର ଅୟମାରମ୍ଭ ହେଲା । ଫ୍ରାଉନ୍‌ହୋଫର୍ (Fraunhoffer) ନାମକ ଜଣେ ଜର୍ମାନ୍ ବୈଜ୍ଞାନିକ

ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକରେ ଅନେକ ଗୁଡିଏ କଳା ରେଖା ଦେଖିବାକୁ ପାଇଲେ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର ଏକ କାଟାଲଗ୍ ପ୍ରସ୍ତୁତ କଲେ । ଏମାନଙ୍କୁ ଫ୍ରାଉନହୋଫର୍ ରେଖା ବୋଲି କହନ୍ତି । ଚିତ୍ର ୪.୨୦ରେ ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକର ବର୍ଣ୍ଣାଳି ଦିଆ ଯାଇଛି ।





ଚିତ୍ର୪.୨୦ ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକର ବର୍ଣ୍ଣାଳି.

ଉକ୍ତ ବର୍ଣ୍ଣାଳିରେ ଦୁଇଟି ବିଭାଗ ଦେଖିବାକୁ ମିଳେ, ଅବିଚ୍ଛିନ୍ନ ଓ ରେଖା ବର୍ଣ୍ଣାଳି (Continuous and line spectrum)

୧.ଅବିଚ୍ଛିନ୍ନ ବର୍ଣ୍ଣାଳ (continuous spectrum)

ଏଥିରୁ ପ୍ଲାଙ୍କ୍ ସୂତ୍ରର ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା ପୃଷ୍ଠ ତାପମାତ୍ରା ମିଳେ । ଏହା ସୂର୍ଯ୍ୟର ଆଲୋକମଣ୍ଡଳର (Photpsphere) ତାପମାତ୍ରା । ତାରା କ୍ଷେତ୍ରରେ ବି ସେହି ବିଧି ଅନୁସୃତ ହୁଏ । ସଂକ୍ଷେପରେ ନୀଳ ଏବଂ ହଳଦିଆ ବର୍ଣ୍ଣରେ ଦୀପ୍ତି ମାପ କରି ସେଥିରୁ ତାପମାତ୍ରା ହିସାବ କରାଯାଏ ।

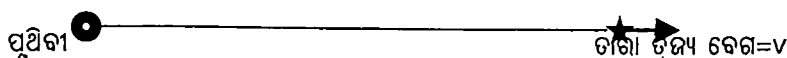
୨.ରେଖା ବର୍ଣ୍ଣାଳି (line spectrum)

ପରେ ଜଣାଗଲା ଯେ ଫ୍ରାଉନ୍ହୋଫର୍ ରେଖାମାନ ସୂର୍ଯ୍ୟର ଉପାଦାନର ସ୍ୱାକ୍ଷର । ଏହାର ଉତ୍ପତ୍ତି ସୂର୍ଯ୍ୟର ବର୍ଣ୍ଣମଣ୍ଡଳରେ (Chromosphere) ଏବଂ ଏ ସବୁ ସେଠାରେ ଥିବା ମୌଳିକ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ଅବଶୋଷଣ ବର୍ଣ୍ଣାଳି(Absorption spectrum) । ଆଲୋକମଣ୍ଡଳରୁ ଆସୁଥିବା ବିକିରଣ ଏଠାରେ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଶୀତଳ ପରିବେଶରେ ଗତି କରେ । ସେତେବେଳେ ଏଠାର ପରମାଣୁମାନେ ନିଜସ୍ୱ ବିଶିଷ୍ଟ ବିକିରଣକୁ ଶୋଷି ନିଅନ୍ତି । ଏଥିରୁ ଫ୍ରାଉନ୍ହୋଫର୍ ରେଖାସବୁର ଉତ୍ପତ୍ତି ଏବଂ ତାରା କ୍ଷେତ୍ରରେ ମଧ୍ୟ ସେହି କାରଣରୁ ଏ ପ୍ରକାର ବର୍ଣ୍ଣାଳି ମିଳେ । ତେଣୁ ଏମାନେ ତାରାସ୍ଥ ପଦାର୍ଥମାନଙ୍କର ହସ୍ତାକ୍ଷର । ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥମାନଙ୍କର ସ୍ଥିତି, ଆପେକ୍ଷିକ ପରିମାଣ, ଆୟନନ ଅବସ୍ଥା ଆଦି ବହୁ ବିଷୟ ଏଥିରୁ ଜଣାଯାଏ । ଡପ୍ଲର୍ ପ୍ରଭାବର ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା ଗତିଶୀଳ ତାରାମାନଙ୍କର ତ୍ରିଜ୍ୟ ବେଗ ମାପ ହୁଏ । ବିଶେଷତଃ ଆୟନିତ ଅବସ୍ଥାର ବିଶ୍ଳେଷଣରେ ସୁନାମଧନ୍ୟ ଭାରତୀୟ ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନୀ ମେଘନାଦ ସାହାଙ୍କ ପ୍ରଣୀତ ସାହା ଆୟନନ ସୂତ୍ର ଅତି ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଭୂମିକା ଗ୍ରହଣ କରେ । ଅଣୁମାନଙ୍କର ଅବଶୋଷଣ ବର୍ଣ୍ଣାଳି ଅନେକ ଗୁଡିଏ ଅତି ପାଖାପାଖି ରେଖାର ସମାହାର ହୋଇ ଏକ ବ୍ୟାଣ୍ଡ୍

(band) ସୃଷ୍ଟିକରେ । ଏହି ବ୍ୟାଣ୍ଡ୍‌ର ସ୍ଥିତି ଏବଂ ସଂରଚନା ଉକ୍ତ ଅଣୁର ନିର୍ଭରଯୋଗ୍ୟ ହସ୍ତାକ୍ଷର ଭାବେ ଗୃହୀତ ହୁଏ ।

ବ୍ୟବହାର ବିଧି

୧.ରେଖାର ସ୍ଥାନଚ୍ୟୁତି ଓ ଡପ୍ଲର୍ ପ୍ରଭାବ (Shift in line position and Doppler effect)



ଚିତ୍ର ୪.୨୧ ତାରାର ତ୍ରିଜ୍ୟବେଗ

ଗତିଶୀଳ ତାରାରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ଆଲୋକର ରେଖା ବର୍ଣ୍ଣାଳିର ଆପାତ ସ୍ଥାନଚ୍ୟୁତି ହୁଏ । ମୌଳିକ ଦ୍ରବ୍ୟର ଗବେଷଣାଗାରରେ ପ୍ରାପ୍ତ ବର୍ଣ୍ଣାଳି ସହ ତାରାରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ବର୍ଣ୍ଣାଳିର ତୁଳନା କରି ଏହି ସ୍ଥାନଚ୍ୟୁତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାହୁଏ । ରେଖାର ତରଙ୍ଗଦୈର୍ଘ୍ୟ ବଢିଲେ ତାହାକୁ ଲୋହିତଚ୍ୟୁତି (Red shift) ଏବଂ କମିଲେ ତାହାକୁ ନୀଳଚ୍ୟୁତି (Blue shift) କହନ୍ତି । ଊନବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ଜର୍ମାନ୍ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଡପ୍ଲର୍ (Doppler) ଧ୍ୱନି କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏପରି ଚ୍ୟୁତିର ମାପ କରି ଏହାକୁ ଧ୍ୱନିଉତ୍ସର ତ୍ରିଜ୍ୟବେଗ ସହ ସମାନୁପାତିକ ବୋଲି ଦେଖାଇଲେ । ଆଲୋକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅନୁରୂପ ଚ୍ୟୁତିକୁ ଏହି ଡପ୍ଲର୍ ପ୍ରଭାବର ଫଳ ବୋଲି ଗ୍ରହଣ କରାଗଲା ।

ପରିମାଣ $z=\delta\lambda/\lambda$, λ=ଅପରିବର୍ତ୍ତିତ ତରଙ୍ଗଦୈର୍ଘ୍ୟ, $\delta\lambda$= ରେଖାର ସ୍ଥାନଚ୍ୟୁତି । ଏହାଦ୍ୱାରା ତାରାର ତ୍ରିଜ୍ୟବେଗ (radial velocity) ମାପ କରାଯାଏ । c=ମହାଶୂନ୍ୟରେ ଆଲୋକର ବେଗ, v= ଆଲୋକ ଉତ୍ସର ବେଗର ତ୍ରିଜ୍ୟ ଉପାଂଶ radial component of the velocity of the source) ହେଲେ ନିମ୍ନ ସୂତ୍ରମାନ କାମରେ ଲାଗେ ।

ସ୍ୱଳ୍ପ ଗତି v<<c , ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଡପ୍ଲର୍ ଚ୍ୟୁତି $z=v/c$,..............................୪.୭

ଅଧିକ ଗତି, ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଡପ୍ଲର୍ ଚ୍ୟୁତିର ଆପେକ୍ଷିକ ବାଦ ପ୍ରମାଣିତ ମୂଲ୍ୟ $z=(v/c)/(1-(v/c)^2)^{1/2}$ ୪.୮

ତାରା ସ୍ଥିତିର ସୂକ୍ଷ୍ମ ମାପରୁ ତାରାର ସ୍ୱଗତି (Proper motion) ଜଣାଯାଏ ଏବଂ ତ୍ରିଜ୍ୟ ବେଗ ସହ ମିଶାଇ ତାରାର ବାସ୍ତବ ବେଗ ମାପ ହୁଏ । ବର୍ଣ୍ଣାଳୀୟ ଯୁଗ୍ମତାରା ମାନଙ୍କର ବିଶ୍ଳେଷଣ ଡପ୍ଲର୍ ପ୍ରଭାବ ହେତୁ ସମ୍ଭବ । ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କ ତ୍ରିଜ୍ୟ ବେଗରୁ ବିଶ୍ୱ ବିସ୍ତାରର ପ୍ରମାଣ ମିଳିଲା । ଅତି ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ ଗାଲାକ୍ସି ଓ କ୍ୱାସାର୍‌ମାନଙ୍କ ଦୂରତାର ମାପ ହବ୍‌ଲ୍ ସୂତ୍ର ଅନୁସାରେ ହୁଏ ଏବଂ ଏଥିରେ ଲୋହିତ ଚ୍ୟୁତି ହିଁ ମୌଳିକ ତଥ୍ୟ । ଅବିଚ୍ଛିନ୍ନ ଆଲୋକସ୍ତର ଏବଂ ରେଖାମଧ୍ୟରେ ଆଲୋକରସ୍ତରର

ପାର୍ଥକ୍ୟ ରେଖାର ତୀବ୍ରତା ସୂଚାଏ । ବିଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁଙ୍କ ରେଖାର ତୀବ୍ରତାର ଅନୁପାତ ଉକ୍ତ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ଆପେକ୍ଷିକ ପ୍ରାଚୁର୍ଯ୍ୟ (relative abundance) ଦେଖାଏ । କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ କୌଣସି ଏକ ବସ୍ତୁର ବର୍ଣ୍ଣାଳି ନଥିଲେ ବି ତାହାର ଉପସ୍ଥିତିକୁ ଅସ୍ୱୀକାର କରିହେବ ନାହିଁ । ଅତି ଗରମ O ଶ୍ରେଣୀୟ ତାରାରେ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍‌ର ବର୍ଣ୍ଣାଳି ଦିଶେ ନାହିଁ, କାରଣ ଏଠାରେ ପ୍ରାୟ ସମସ୍ତ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଆୟନିତ ଅବସ୍ଥାରେ ଥାଏ ।

ରେଖାର ପ୍ରସ୍ଥ

ବର୍ଣ୍ଣାଳି ରେଖାର ପ୍ରସ୍ଥ ବିଭିନ୍ନ କାରଣରୁ ହୁଏ । ପ୍ରଥମତଃ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଶକ୍ତି ସ୍ତରର ଏକ ସୀମିତ ପ୍ରସ୍ଥ ଅଛି । ଏହାର କାରଣ୍ ଅନିଶ୍ଚିତତା ବାଦ (Principle of uncertainty) । ଦ୍ୱିତୀୟରେ ଅଣୁ ପରମାଣୁମାନଙ୍କର ଯାଦୃଚ୍ଛିକ ଗତି । ଡପ୍ଲର୍ ପ୍ରଭାବ ହେତୁ ଏମାନଙ୍କଠାରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ଆଲୋକ ନୀଳଚ୍ୟୁତି ଓ ଲୋହିତଚ୍ୟୁତିର ବଶବର୍ତ୍ତୀ ହୁଏ ।

ବର୍ଣ୍ଣାଳୀୟ ବର୍ଗୀକରଣ

ବର୍ଣ୍ଣାଳିର ଲକ୍ଷଣ ଅନୁସାରେ ତାରାମାନଙ୍କୁ ୭ବର୍ଗରେ ବିଭାଗ କରାଯାଏ । ସେଗୁଡିକ ହେଲା O, B, A, F, G, K, M (Oh Be A Fine Girl Kiss Me) । ଏହି ବର୍ଗମାନଙ୍କୁ ଦଶଟି କରି ଉପବିଭାଗରେ ବଣ୍ଟା ଯାଇଛି । ସେଗୁଡିକ ୦-୯ ସଂଖ୍ୟା ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ହୁଅନ୍ତି । ଏସମସ୍ତ ବିଭାଗ ତାରାର ପୃଷ୍ଠ ତାପମାତ୍ରା ସହ ସଂପୃକ୍ତ । ନିମ୍ନୋକ୍ତ ସାରଣୀରେ ଏ ସଂପର୍କରେ ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ସୂଚନା ଦିଆଯାଇଛି ।

ସାରଣୀ ୪.୫ ତାରାଙ୍କର ବର୍ଣ୍ଣାଳୀୟ ବର୍ଗ

ବର୍ଣ୍ଣାଳୀୟ ବର୍ଗ	ବର୍ଣ୍ଣ	ତାପମାତ୍ରା °K	ତୀବ୍ରତମରେଖା	ନମୁନା ତାରା
O5	ନୀଳାଭ	୩୦୦୦୦	He^+	η CMa
B0	ଶ୍ୱେତ	୨୦୦୦୦	He	β Cru
A0	ଶ୍ୱେତ	୧୦୦୦୦	H	Sirius
F0	ହରିଦ୍ରାଭ	୮୦୦୦	ion.metals	Canopus
G0	ହରିଦ୍ରା	୬୦୦୦	neu.metal	Sun
K0	ନାରଙ୍ଗୀ	୪୫୦୦	weak TiO_2	Arcturus
M0	ଲାଲ	୩୦୦୦	strongTiO_2	Antares

ସାରଣୀ ୪.୬ ଆକାର ଅନୁସାରେ ବର୍ଗୀକରଣ

super giants	ଅତିଦାନବ	I
bright giants	ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ଦାନବ	II
normal giants	ଦାନବ	III
sub giants	ଉପଦାନବ	IV
dwarfs	ବାମନ, ମୁଖ୍ୟକ୍ରମ	V
white dwarfs	ଶ୍ୱେତ ବାମନ	VI

T Tauri ବର୍ଗର ତାରାମାନଙ୍କରେ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ ହୋଇ ନାହିଁ । ତେଣୁ ସେମାନେ ମୁଖ୍ୟକ୍ରମଭୁକ୍ତ ନୁହନ୍ତି । ବାଦାମି ବାମନ ବର୍ଗରେ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟା ହୁଏ ନାହିଁ । ଏମାନେ ବି ତାରା ପଦବାଚ୍ୟ ନୁହନ୍ତି, ବରଂ ଗ୍ରହ ଓ ତାରାର ମଧ୍ୟାବଧି ଅବସ୍ଥାରେ ଏମାନଙ୍କ ସ୍ଥାନ ।

ହର୍ଟସ୍ପ୍ରଙ୍ଗ ରସେଲ ଆରେଖ (HR diagramme) (ଚିତ୍ର ୪.୨୩)

୧୯୧୩ ମସୀହାରେ ଡେନ୍‌ମାର୍କର ହର୍ଟସ୍ପ୍ରଙ୍ଗ୍ **Herzsprung)**ଏବଂ ଆମେରିକାର ରସେଲ **(Russel)** ଉଭୟେ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ଭାବେ ଏକ ଆରେଖ ପ୍ରକାଶ କଲେ । ଏଥିରେ ସେମାନେ ତାରାର ବର୍ଣ୍ଣାଳୀୟ ବର୍ଗ ସହ ତାହାର ଜ୍ୟୋତିର ତୁଳନା କଲେ । ତାହାର ନିଷ୍କର୍ଷମାନ ତଳେ ଦିଆଗଲା ।

୧. ତାରାମାନେ ଆରେଖର କେତେକ ବିଶେଷ ସ୍ଥାନରେ ପୁଞ୍ଜୀଭୂତ । ଅଧିକାଂଶ ତାରା ଏହାର ଏକ କର୍ଣ୍ଣ ଦିଗରେ ଅଛନ୍ତି । ଏହାକୁ ମୁଖ୍ୟକ୍ରମ (Main sequence) କୁହାଯାଏ । ନବଜାତ ତାରାମାନେ ସମସ୍ତେ ଏହି ବର୍ଗରେ ଥାନ୍ତି । ଏହାକୁ ନବଜାତ ମୁଖ୍ୟକ୍ରମ (Zero Age Main Sequence, ZAMS) କୁହାଯାଏ ।

୨. ଅତି ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ତାରାଙ୍କ ଜ୍ୟୋତି ବର୍ଣ୍ଣାଳି ବର୍ଗ ନିର୍ବିଶେଷରେ ସମାନ । ଏମାନେ ଅତିଦାନବ ଶାଖାର ।

୩. ଦାନବ ଶାଖାର ତାରାମାନେ ସେହି ବର୍ଣ୍ଣର ମୁଖ୍ୟକ୍ରମ ତାରାଙ୍କଠାରୁ ବହୁଗୁଣ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ।

୪. ଶ୍ୱେତବାମନମାନେ ଧଳା ରଙ୍ଗର ମାତ୍ର ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତାରେ ଅନେକ କମ୍ ।

ଏହି ଆରେଖକୁ ବର୍ଣ୍ଣ-ଦୀପ୍ତି ଆରେଖ (Colour magnitude diagramme)ମଧ୍ୟ କହନ୍ତି, କାରଣ ଏହାର ଏକ ରୂପରେ ବର୍ଣ୍ଣ ସୂଚକାଙ୍କ ଏବଂ ପରମ ଦୀପ୍ତି ମଧ୍ୟରେ ସଂପର୍କ ଦେଖାଏ । ଏଚ୍ ଆର୍ ଆରେଖର ବିଶ୍ଲେଷଣ ଏବଂ ତାହାର ତାତ୍ତ୍ୱିକ ସମାଧାନ ବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନରେ ଏକ ପ୍ରଧାନ ବିଷୟବସ୍ତୁ ଥିଲା । ଏବେ ମଧ୍ୟ ତାରା ବିବର୍ତ୍ତନର ମଡେଲ୍‌ମାନ ଏହି ଆରେଖର ସମାଧାନ

କରୁଥିବା ଏକାନ୍ତ ଆବଶ୍ୟକ ।

୧.   ଏକା ରଙ୍ଗରେ ଏକାଧିକ ଜ୍ୟୋତି କାହିଁକି? ଏହାର କାରଣ ତାରାର ଆକାର । ଷ୍ଟେଫାନ୍ ବୋଲ୍ଟସ୍‌ମାନ୍ ସୂତ୍ର ଅନୁସାରେ

$L=4\pi r^2 sT^4$:   r=ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ, T=ତାପମାତ୍ରା °K,σ=ଷ୍ଟେଫାନ୍ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ।

$L/L_{sun}=(r/r_{sun})^2(T/T_{sun})^4$

୨.   ଅଧିକାଂଶ ତାରା ମୁଖ୍ୟକ୍ରମରେ କାହିଁକି?   କାରଣ ତାରାର ଆୟୁଷର ଅଧିକାଂଶ ଭାଗ ମୁଖ୍ୟକ୍ରମରେ ହିଁ ବିତେ । ଏହି ତାରାମାନଙ୍କ ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରେ ପ୍ରଥମ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟା (ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍‌ରୁ ହିଲିୟମ୍ ପରିଣତି) ଚାଲୁଥାଏ ଏବଂ ସେଥିରୁ ଉତ୍ପନ୍ନ ଶକ୍ତି ତାରାଲୋକରେ ପରିଣତ ହୁଏ । ତାରାର ବିବର୍ତ୍ତନର ଶେଷ ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଇନ୍ଧନ ଶେଷ ହୋଇଗଲେ ତାରାଟି ସ୍ଫୀତ ହୋଇ ଲୋହିତ ଦାନବ ଶାଖାକୁ ଚାଲିଯାଏ । ସେଠାରେ ଅନ୍ୟ ପ୍ରକାର ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟାସବୁ ହୁଏ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ମୌଳିକ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ଉଦ୍ଭବ ହୁଏ । ଏହି କ୍ରିୟାମାନ ଅତ୍ୟନ୍ତ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଏବଂ କ୍ଷଣସ୍ଥାୟୀ । ଏମାନଙ୍କର କାର୍ଯ୍ୟକାଳ ମୁଖ୍ୟକ୍ରମର ଅବଧିର ପ୍ରାୟ ୧/୧୦ । ଫଳରେ ତାରାମାନେ ଶୀଘ୍ର ଏହି ଅବସ୍ଥାରୁ ବାହାରି ଯାନ୍ତି । ସେଥିପାଇଁ ଏହି ତାରାମାନଙ୍କ ସଂଖ୍ୟା ଅପେକ୍ଷାକୃତ କମ୍ । ତାରାମାନଙ୍କ ଆୟୁଷ ସେମାନଙ୍କ ମୁଖ୍ୟକ୍ରମରେ ଥିବାର ଅବଧିକୁ ବୁଝାଏ ।

୩.   ଏକା ରଙ୍ଗର ବିଭିନ୍ନ ଶାଖାରେ ପ୍ରଭେଦ ଜାଣିବା କିପରି? ବର୍ଣ୍ଣାଳିର ସୂକ୍ଷ୍ମ ଅଧ୍ୟୟନରୁ ଏହି ପ୍ରଭେଦ ଜଣାଯାଏ । କେତେକ ବିଶିଷ୍ଟ ରେଖାର ତୀବ୍ରତା ଏବଂ ପ୍ରସ୍ଥରୁ ଏହି ପ୍ରଭେଦ ଜଣାଯାଏ ।

ଶ୍ୱେତବାମନ ତାରାମାନେ ଏତେ ନିସ୍ତେଜ କାହିଁକି? ଏହି ତାରାମାନେ ପ୍ରାଚୀନ ତାରାଙ୍କର ଅବଶେଷ । ଏଠାରେ କୌଣସି ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟା ହେଉନାହିଁ । ମହାକର୍ଷଣୀୟ ସଂକୁଚନରୁ ଜାତ ଉତ୍ତାପ ଖାଲି ବିକିରଣରେ ଖର୍ଚ୍ଚ ହେଉଛି । ତାରାର ଆଧୁନିକ ତାପମାତ୍ରାର ସୂକ୍ଷ୍ମ ମାପରୁ ତାରାର ଶ୍ୱେତ ବାମନ ଅବସ୍ଥାରେ ବୟସ ମାପ ହୋଇ ପାରୁଛି ।

ଏଚ୍. ଆର୍ ଆରେଖର ବ୍ୟବହାର ବିଧି

୧.   ତାରାର ଦୂରତା–ଏଚ୍.ଆର୍. ଆରେଖ ମାଧ୍ୟମରେ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀୟ ବର୍ଗରୁ ତାରାର ଜ୍ୟୋତି ବା ପରମ ଦୀପ୍ତି ଜଣାଯାଏ । ତାରାର ଆଭାସୀ ଦୀପ୍ତି ମାପ ହୁଏ । ଏଥିରୁ ତାରାର ଦୂରତ୍ୱ ଜଣାଯାଏ । ଅଧିକାଂଶ ତାରାଙ୍କ ଦୂରତ୍ୱ ଏହି ବିଧିରେ ମପାଯାଇଛି ।

$m-M=5\log d-5$, m,M=ତାରାର ଆଭାସୀ ଓ ପରମ ଦୀପ୍ତି, d=ଦୂରତା ।

୨. ଦୂରତା ସ୍କେଲ୍‌ର ସତ୍ୟାପନ (Calibration of distance scale)

ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ତାରାମାନଙ୍କର ଜ୍ୟାମିତିକ ଲମ୍ବନ, ଆଭାସୀ ଦୀପ୍ତି ଏବଂ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀୟ ବର୍ଗୀକରଣରୁ ଏଚ୍.ଆର୍.ଆରେଖରେ ତାରାର ସ୍ଥିତି ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୁଏ । ରୋହିଣୀଗୁଚ୍ଛର ପ୍ରାୟ ୨୦୦ତାରା ହାରାହାରି ୪୦ପାର୍ସେକ୍ ଦୂରରେ । ତେଣୁ ସେମାନଙ୍କ ଲମ୍ବନ ଏବଂ ବର୍ଣ୍ଣାଳି ଉଭୟ ମାପ ହୋଇ ପାରିଲା । ଏବେ ହିପାର୍କସ୍ ଉପଗ୍ରହରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ତଥ୍ୟରୁ ପ୍ରାୟ ୧୦ଲକ୍ଷ ତାରାଙ୍କର ଏହି ମାପ କରାଯାଇଛି ।

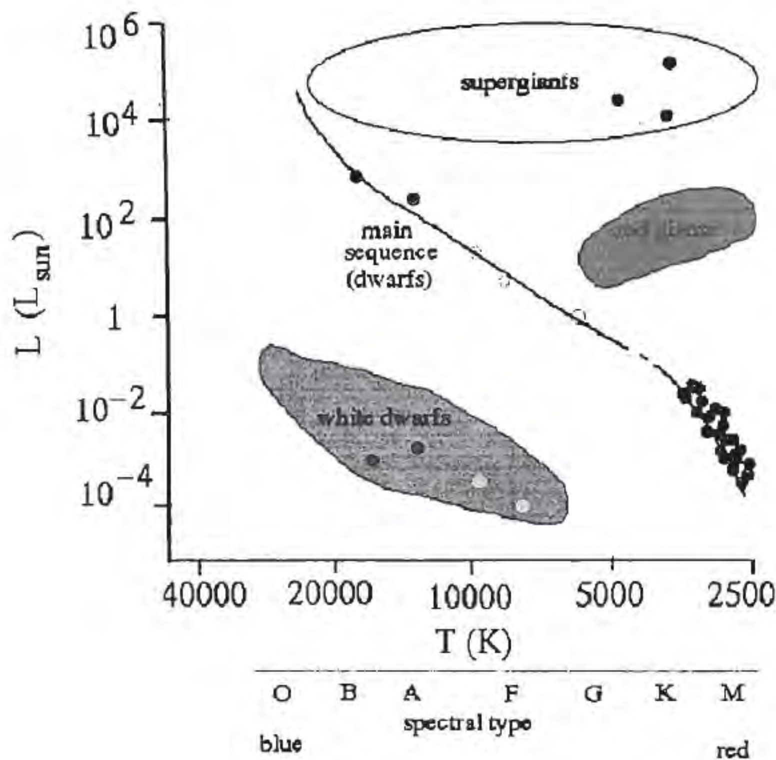
୩. ତାରାର ବୟସ

ତାରାଗୁଚ୍ଛମାନଙ୍କର ଏଚ୍. ଆର୍. ଆରେଖରୁ ସେମାନଙ୍କ ବୟସ ଜଣାପଡେ । ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାର ସବିଶେଷ ବିବରଣୀ ତାରାଗୁଚ୍ଛ ପ୍ରସଙ୍ଗରେ ଦେଖନ୍ତୁ ।

୪. ତାରାର ବିବର୍ତ୍ତନ

ତାରାଦ୍ୟରୁ ଆରମ୍ଭ କରି ମୁଖ୍ୟକ୍ରମରେ ସ୍ଥିତି ଏବଂ ଆୟୁଷ ପୂରିଲେ ସେଠାରୁ ବାହାରି ଯିବା ଆଦି ପ୍ରସଙ୍ଗମାନ ଏହି ଆରେଖ ସାହାଯ୍ୟରେ ସହଜରେ ବୁଝାପଡେ ।

ଏଚ୍.ଆର୍ ଆରେଖ ବା ବର୍ଣ୍ଣ ଦୀପ୍ତି ଆରେଖ ଆଧୁନିକ ଜ୍ୟୋତିଃପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନର ଏକ ମୂଳସ୍ତମ୍ଭ ଭାବେ ଉଭା ରହିଛି ।



ଚିତ୍ର ୪.୨୩ ହର୍ଟସ୍ପ୍ରୁଙ୍ଗ୍ ରସେଲ୍ ଆରେଖ

ତାରାର ଜୀବନ କାହାଣୀ

ତାରାର ଜନ୍ମ

ତାରା କଣ ବୋଲି ପଚାରିଲେ ଲୋକେ ରାତିବେଳେ ଆକାଶକୁ ଦେଖିବାକୁ କହିଦେବେ । ସେତେବେଳେ ଯାହାସବୁ ଦିଶେ ତାହାର ଅଧିକାଂଶ ଭାଗ ତାରା । ସେଥିରେ ଚନ୍ଦ୍ର ବି ଥାଏ, ଗ୍ରହମାନେବି ଥାନ୍ତି । ବେଳେବେଳେ ଉଲ୍କାପାତ ଏବଂ ଧୂମକେତୁ ଦିଶନ୍ତି । ଏମାନେ କଣ ତାରା? ତେବେ ତାରା କାହାକୁ କହିବା ? ସାଧାରଣତଃ ନିଜର ଆଲୋକ ବିକିରଣ କରୁଥିବା ଅତିକାୟ ଗ୍ୟାସୀୟ ପିଣ୍ଡମାନଙ୍କୁ ତାରା କୁହାଯାଏ । ଏହି ସଂଜ୍ଞା ଅନୁସାରେ ବୃହସ୍ପତି, ଶନି ଆଦି ତାରାପରି ଦିଶୁଥିଲେ ବି ତାରା ନୁହନ୍ତି, କାରଣ ସେମାନଙ୍କର ନିଜସ୍ୱ ଆଲୋକ ନାହିଁ, ସେମାନେ ପ୍ରତିଫଳିତ ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକରେ ହିଁ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ଦିଶନ୍ତି ।

ତାରାର ଏନ୍ତୁତିଶାଳ (ଚିତ୍ର ୫.୧)

ଆକାଶରେ ବହୁସ୍ଥାନରେ ଧୂଆଁଳିଆ କ୍ଷେତ୍ରସବୁ ଦେଖାଯାଏ । ଏହା ଗ୍ୟାସ୍ ଏବଂ ଧୂଳିର ଏକ ସଘନ କ୍ଷେତ୍ର । ଆଜିକାଲି ଦିଶୁଥିବା ପ୍ରାୟ ସବୁ ନେବୁଲା ପ୍ରାଚୀନ ସୁପ୍ରର୍ନୋଭା ବିସ୍ଫୋଟର ଅବଶେଷ । ଅତି ବିରାଟକାୟ ତାରାମାନ ଏହି ବିସ୍ଫୋଟର ଶିକାର ହୁଅନ୍ତି ଏବଂ ତାରାର ଅଧିକାଂଶ ବସ୍ତୁ ମହାକାଶରେ ବିଛାଡି ହୋଇଯାଏ । ଏଥିରୁ ଏହି ନେବୁଲାମାନଙ୍କର ସୃଷ୍ଟି । ଏଠାରେ ତାପମାତ୍ରା ଅତି କମ୍, ମାତ୍ର କେତେ ଡିଗ୍ରୀ କେଲ୍‌ଭିନ୍ । ଏହି ତାପମାତ୍ରାରେ ପରମାଣୁମାନେ ଅଣୁ ଆକାରରେ ବାନ୍ଧି ହୋଇଯାନ୍ତି । ଏଠାରେ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍, କାର୍ବନ୍ ମନୋକ୍ସାଇଡ୍ ଆଦି ଅଣୁ ପ୍ରଚୁର ପରିମାଣରେ ଦେଖାଯାନ୍ତି । କ୍ରମେ ଏହି ଅଣୁମାନ ଏକାଠି ହୋଇ ଧୂଳିକଣା ପ୍ରସ୍ତୁତ କରନ୍ତି । ଏ ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁ ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ଦ୍ୱାରା ପରସ୍ପରକୁ ଆକର୍ଷଣ କରନ୍ତି । ଏହାର ପ୍ରଭାବରେ ଏହି ମେଘର କେନ୍ଦ୍ରାଞ୍ଚଳରେ ସାନ୍ଦ୍ରତାର ଆଧିକ୍ୟ ଦେଖାଦିଏ ଏବଂ ତାହା କ୍ରମେ ବଢିବାକୁ ଲାଗେ । ଏହି କ୍ଷେତ୍ରର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସୂର୍ଯ୍ୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ପ୍ରାୟ ୧୦ହଜାର ଗୁଣ ହୋଇଥାଏ । ଏହି ସଂକୋଚନ (collapse) ପ୍ରକ୍ରିୟା କିଛି କାଳ ଚାଲିବା ପରେ ଏଥିରେ ବିଖଣ୍ଡନ (Fragmentation) ଦେଖାଦିଏ । ସମୁଦାୟ ସଂକୁଚିତ କ୍ଷେତ୍ର ଅନେକ ଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ ହୋଇ ପ୍ରତ୍ୟେକ କ୍ଷେତ୍ର ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ରୂପେ ସଂକୁଚିତ ହୁଏ । ଏଗୁଡିକୁ ତାରାଦ୍ୟ (Protostar) କହନ୍ତି । ତାରାଦ୍ୟର ଗଠନ ପାଇଁ କେବଳ ନେବୁଲା ଆବଶ୍ୟକ ନୁହେଁ, ସାଧାରଣ ଆନ୍ତଃତାରା କ୍ଷେତ୍ରରେ ଥିବା ଗ୍ୟାସ୍ ଓ ଧୂଳିରେ ମଧ୍ୟ ଏହାର ଗଠନ ହୋଇପାରେ । ସେଥିରେ ସାନ୍ଦ୍ରତାର ବୈଷମ୍ୟ ହୋଇପାରେ, ମାତ୍ର ଏହା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ଏକ ସଂଘାତ ତରଙ୍ଗ । ଏହା ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ସୁପର୍ନୋଭା ବିସ୍ଫୋଟ ଅଥବା ଦୁଇଟି ଗାଲାକ୍ସିର ସଂଘାତରୁ ମିଳିପାରେ ।

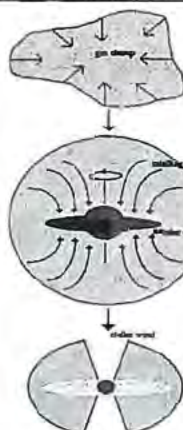
ତାରାଦ୍ୟ (ଚିତ୍ର ୫.୨)

ଏହି ତାରାଦ୍ୟମାନଙ୍କ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ପୂର୍ଣ୍ଣ ବିକଶିତ ତାରାର ବସ୍ତୁତ୍ୱରୁ ବହୁଗୁଣ କମ୍ ଏବଂ ଏଗୁଡିକ ଘନ ଧୂଳି ପଟଳରେ ଆବୃତ ଥିବାରୁ ଦେଖାଯାନ୍ତି ନାହିଁ । ଚାରିଆଡରୁ ଗ୍ୟାସ୍ ଓ ଧୂଳି ପଟଳରୁ ଏମାନେ ବସ୍ତୁ ଆତ୍ମସାତ୍ କରନ୍ତି । ଏଥିରେ ପଡୁଥିବା ବସ୍ତୁ ସମୂହର ଗତିଜ ଶକ୍ତି ତାପଶକ୍ତିରେ

ପରିଣତ ହୋଇ ଏହାର ତାପମାତ୍ରା ଏବଂ ଚାପ ବୃଦ୍ଧି ପାଏ । ତେଣୁ ତାରାଦ୍ୟର ପ୍ରାୟ ସମସ୍ତ ବିକିରଣ ବର୍ଣ୍ଣାଳିର ଅବଲୋହିତ ଭାଗରେ ହୁଏ ଏବଂ ଅବଲୋହିତ ସଂବେଦୀ ଦୂରବୀକ୍ଷଣ ଦ୍ୱାରା ଏମାନେ ସହଜରେ ଧରାପଡନ୍ତି । ରେଡିଓ ଦୂରବୀକ୍ଷଣରେ ମଧ୍ୟ ଏମାନେ ସହଜରେ ଧରାପଡନ୍ତି । ଏହି ଆହରଣ କ୍ରିୟାର ଫଳରେ ତାରାଦ୍ୟର ଅଭ୍ୟନ୍ତର ଭାଗରେ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପ କ୍ରମଶଃ ବଢେ ଏବଂ ଯେତେ ଭିତରକୁ ଗଲେ ଏହାର ପରିମାଣ ଅଧିକରୁ ଅଧିକତର ହୁଏ । ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳର(Core) ତାପମାତ୍ରା ୧୫ ଲକ୍ଷ ଡିଗ୍ରୀ ହୋଇଗଲେ ସେଠାରେ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ ହୋଇଯାଏ । ଆହରଣ କାଳରେ ତାରାଦ୍ୟରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଦେଖାଦିଏ । କୌଣିକ ସଂବେଗ ଫଳରେ ତାରାଦ୍ୟର ଚାରିଆଡେ ଏକ ବଳୟ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ପ୍ରଥମେ ଆହରଣ କ୍ରିୟା, ତାରାଦ୍ୟ ଓ ବଳୟ, ଉଭୟରେ ଚାଲିଥାଏ । ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟା ଆକମ୍ଭ ହୋଇଗଲେ ତାରାରୁ ପ୍ରବଳ କଣିକା ପ୍ରବାହ ଆରମ୍ଭ ହୁଏ । ସୂର୍ଯ୍ୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହାକୁ ସୌର ପ୍ରବାହ (Solar wind) କହନ୍ତି । ତାରା ପରିପ୍ରେକ୍ଷୀରେ ଏହାକୁ ତାରକୀୟ ପ୍ରବାହ (Stellar wind) କୁହାଯାଏ । ଏହାର ପ୍ରଭାବରେ ଆହରଣ କ୍ରିୟା କ୍ରମଶଃ କମ୍ ହୋଇଯାଏ । ତାରାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବୃଦ୍ଧି ସହ ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରେ ଚାପ ଅଧିକ ବୃଦ୍ଧି ପାଏ ଏବଂ ସେଠାରେ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟାର ହାର ଆହୁରି ବଢେ । ଏଥିରୁ ଆହୁରି ବେଶି କଣିକା ପ୍ରବାହ ହୁଏ ଏବଂ ଶେଷରେ ଆହରଣ କ୍ରିୟା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ବନ୍ଦ ହୋଇଯାଏ । ସେତେବେଳକୁ ତାରା ତାହାର ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ପାଇ ସାରିଥାଏ । ତାରକୀୟ ପ୍ରବାହ ହେତୁ ବଳୟରେ ଯେଉଁ ଆଲୋଡନ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ତାହା ଫଳରେ ସାନ୍ଦ୍ରତାର ତାରତମ୍ୟ ଘଟି ଆହରଣ କ୍ରିୟା ବଳରେ ଗ୍ରହ, ଉପଗ୍ରହ ଆଦି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ବଳକା ପଦାର୍ଥ ଗ୍ରହାଣୁ, ଧୂମକେତୁ ଓ ଧୂଳି ଆକାରରେ ରହିଯାଏ । ଆହରଣର ଶେଷ ଅବସ୍ଥାରେ ତାରାଦ୍ୟଟି ଟି.ଟରି ଶ୍ରେଣୀର ତାରା ପାଲଟି ଯାଏ । କାଳପୁରୁଷ ମଣ୍ଡଳସ୍ଥିତ ଏକ ବିରାଟ ନେବୁଲାରେ ତାରା ଗଠନ ଏବେ ଚାଲିଛି ।



ଚିତ୍ର ୫.୧ ତାରାର ଏନ୍ତୁଡିଶାଳ, ନେବୁଲା



ଚିତ୍ର ୫.୨ ତାରାଦ୍ୟର ବିକାଶ

ଟି.ଟରି ତାରା (T Tauri star) ବୃଷମଣ୍ଡଳରେ ଥିବା T ନାମକ ତାରା ଅନୁସାରେ ଏହି ଶ୍ରେଣୀର ତାରାମାନଙ୍କର ନାମ ଦିଆଯାଇଛି । ଏହି ତାରାମାନେ ଅତ୍ୟନ୍ତ ସକ୍ରିୟ ମାତ୍ର ସେମାନଙ୍କ ବର୍ଣ୍ଣାଳି ଏବଂ ଜ୍ୟୋତିର ଆକଳନରୁ ସେମାନେ ଏଚ୍.ଆର୍ ଆରେଖର ମୁଖ୍ୟକ୍ରମରେ ପହଞ୍ଚି ନଥିବାର ଜଣାଯାଏ । ଏମାନଙ୍କ ଦୁଇ ଧ୍ରୁବରୁ ପ୍ରଚଣ୍ଡ ଜେଟ୍ ନିର୍ଗତ ହେବାର ଦେଖାଯାଏ । ତାରାରେ ବସ୍ତୁ ଆହରଣ କ୍ରିୟାର ଶେଷ ଅବସ୍ଥାରେ ଏପରି ଲକ୍ଷଣ ଦେଖାଦିଏ । ଏଥିରୁ ମନେହୁଏ ଯେ ଏହି ତାରାମାନେ ସ୍ଥାୟୀ ଅବସ୍ଥା (Equillibrium) କୁ ଆସି ନାହାନ୍ତି । ସ୍ଥାୟୀ ଅବସ୍ଥାକୁ ଆସିଗଲେ ଏମାନେ ମୁଖ୍ୟକ୍ରମ ତାରା ରୂପେ ଗଣ୍ୟ ହେବେ । କେବଳ କମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବାଲା ତାରାହିଁ ଏହି ଶ୍ରେଣୀରେ ଦେଖାଯାନ୍ତି । ଅଧିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବାଲା ତାରାମାନେ ଏତେ ଶୀଘ୍ର ଏହି ଅବସ୍ଥା ପାରି ହୋଇଯାନ୍ତି ଯେ ସେମାନେ ଅତି ବିରଳ । ଏହାର ପରବର୍ତ୍ତୀ ଅବସ୍ଥାରେ ତାରାଟି ମୁଖ୍ୟକ୍ରମର ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ ହୁଏ । ଏହି ଶ୍ରେଣୀକୁ ନବଜାତ ମୁଖ୍ୟକ୍ରମ (Zero age main sequence) କହନ୍ତି ।

ମୁଖ୍ୟକ୍ରମ (Main sequence)

ତାରାମାନଙ୍କର ଆୟୁଷର ଅଧିକାଂଶ ଭାଗ ଏହି ଅବସ୍ଥାରେ କଟେ, ତେଣୁ ଏମାନଙ୍କ ସଂଖ୍ୟା ଅନ୍ୟ ତାରାମାନଙ୍କ ତୁଳନାରେ ବହୁ ଅଧିକ । ଆମେ ତାରାମାନଙ୍କର ବାହାର ଭାଗ ଯଥା ଆଲୋକ ମଣ୍ଡଳ (Photosphere) ଏବଂ ବର୍ଣ୍ଣ ମଣ୍ଡଳ (Chromosphere) ମାତ୍ର ଦେଖିବାକୁ ପାଉ । ତାରାର ଅଭ୍ୟନ୍ତର ଆମ ଦୃଷ୍ଟିର ଅଗୋଚର । କେବଳ ତାତ୍ତ୍ୱିକ ଦୃଷ୍ଟିରୁ ତାହାର ବିଶ୍ଳେଷଣ ସମ୍ଭବ । ଅବଶ୍ୟ ଏବେ ନ୍ୟୁଟ୍ରିନୋ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ ଦ୍ୱାରା ସୂର୍ଯ୍ୟର ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳର ଅବସ୍ଥା ବିଷୟରେ କିଛି ତଥ୍ୟ ମିଳୁଛି । ତାରାର ବାହ୍ୟ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ତଥ୍ୟମାନଙ୍କୁ ସୂତ୍ର ଆକାରରେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । ତାରା ବିଷୟକ ଯେ କୌଣସି ତାତ୍ତ୍ୱିକ ମଡେଲ୍ ଏହି ସୂତ୍ରସବୁର ଅନୁକୂଳ ହେଲେ ତାହା ଗୃହୀତ ହୁଏ । ଏସବୁ ସୂତ୍ର ତାରାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ । ତାରାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଜଣାଥିଲେ ଅନ୍ୟ ସବୁ ବାହ୍ୟ ଲକ୍ଷଣ ଏହି ସୂତ୍ରମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିହେବ । ତାରାମାନଙ୍କର ସବୁ ଲକ୍ଷଣର ଏକକ ଭାବେ ସୂର୍ଯ୍ୟର ସେହି ଲକ୍ଷଣସବୁକୁ ନିଆଯାଏ । ଏହି ନିୟମ ସବୁ ହେଲା

୧. ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଜ୍ୟୋତି ନିୟମ (Mass-luminosity law)

$$L/L_{sun} = (M/M_{sun})^{3.5} \qquad M/M_{sun} > 0.3$$

$$L/L_{sun} = (M/M_{sun})^{2.5} \qquad M/M_{sun} < 0.3$$

ସ୍ଥୂଳ ସୂତ୍ର $$L/L_{sun} = (M/M_{sun})^{3} \qquad \text{............୫.୧}$$

୨ .ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ସୂତ୍ର (Mass-radius law)

$$R/R_{sun} = (M/M_{sun})^{0.75} \quad \text{..........} ୫.୨$$

୩ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ତାପମାତ୍ରା ସୂତ୍ର (Mass-temperature law)

$$T/T_{sun} = (M/M_{sun})^{0.5} \quad \text{..........} ୫.୩$$

ଏଠାରେ M, L, R, T ଯଥାକ୍ରମେ ତାରାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ,(Mass) ଜ୍ୟୋତି,(Luminosity) ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ (Radius)ଏବଂ ଆଲୋକମଣ୍ଡଳର ପ୍ରଭାରୀ ତାପମାତ୍ରା (Effective temperature) ।

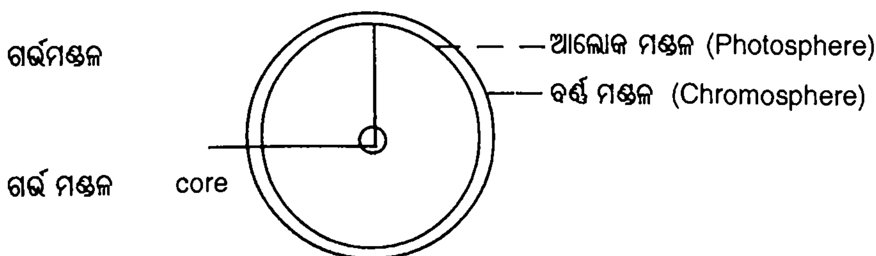
ଯୁଗ୍ମତାରାମାନଙ୍କର ଗତିର ବିଶ୍ଳେଷଣରୁ ସେମାନଙ୍କ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହିସାବ କରିହୁଏ । ସେମାନଙ୍କ ଦୂରତ୍ୱ ଜଣାଥିଲେ ଆଭାସୀ ଦୀପ୍ତିରୁ ଜ୍ୟୋତିର ଆକଳନ ହୋଇପାରେ । ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଜ୍ୟୋତି ସୂତ୍ର ଏହି ସବୁ ତଥ୍ୟ ଉପରେ ଆଧାରିତ । ଇଣ୍ଟରଫେରୋମେଟ୍ରିର ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ କେତେକ ତାରାଙ୍କର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ହୋଇପାରିଛି । ସେଥିରୁ ବସ୍ତୁତ୍ୱ-ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ସୂତ୍ରର ଉତ୍ପତ୍ତି । ତାରା କ୍ଷେତ୍ରରେ ଷ୍ଟେଫାନ୍ ବୋଲ୍ଟ୍‌ସ୍‌ମାନ ନିୟମର (Stefan-Boltzmann law) ପ୍ରୟୋଗରୁ ମିଳେ

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4 \quad \text{..........} ୫.୪$$

ଏଠାରେ σ =ଷ୍ଟେଫାନ୍ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ ।

ସମୀକରଣ ୫.୧, ୫.୨ ଏବଂ ୫.୪ର ସଂଯୋଗରୁ ସମୀକରଣ ୫.୩ ବାହାରି ଆସେ । ଅନ୍ୟଥା ମୁଖ୍ୟକ୍ରମରେ ତାରାର ସ୍ଥିତିରୁ ତାହାର ତାପମାତ୍ରା ଓ ଜ୍ୟୋତି ଉଭୟ ଜଣାପଡେ, ଏବଂ ସମୀକରଣ ୫.୪ରୁ ତାହାର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରା ଯାଇପାରେ । ଉକ୍ତ ସୂତ୍ରମାନ କେବଳ ମୁଖ୍ୟକ୍ରମ ତାରାମାନଙ୍କ ପାଇଁ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ । ଲୋହିତ ଦାନବ, ଲୋହିତ ଅତିଦାନବ ଏବଂ ଶ୍ୱେତବାମନ ତାରାଙ୍କ ପାଇଁ ଏହାର ପ୍ରୟୋଗ ଉଚିତ ନୁହେଁ ।

ତାରାର ଗଠନ

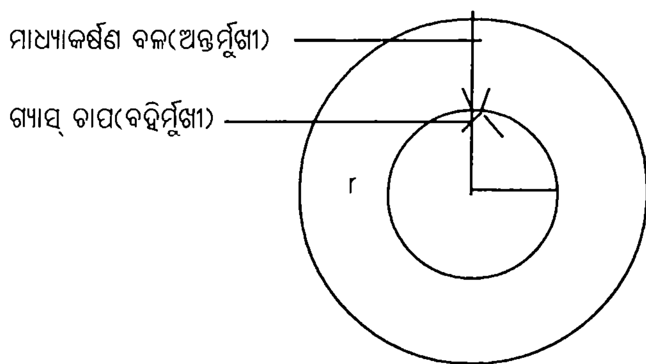


ଚିତ୍ର ୫.୩

ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳ

ଏଠାରେ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟା ଦ୍ୱାରା ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଏହାର ହାର L ଅର୍ଥାତ୍ ତାରାର ଜ୍ୟୋତି ସହ ସମାନ । ଏଠାରୁ ନିର୍ଗତ ସମସ୍ତ ଶକ୍ତି ତାରା ମଧ୍ୟ ଦେଇ ଗତି କଲା ବେଳେ ତାହାକୁ ଉତ୍ତପ୍ତ କରେ । ଫଳରେ ସେଠାରେ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପ ବଢିଯାଏ । ଏହି ଗ୍ୟାସ୍‌ଚାପ ବହିର୍ମୁଖୀ ହୋଇଥିବାରୁ ତାହା ମହାକର୍ଷଣର ଅନ୍ତର୍ମୁଖୀ ବଳର ବିରୋଧ କରେ ଏବଂ ଏହି ଦୁଇ ବଳ ସର୍ବତ୍ର ସମାନହେଲେ ତାରାଟି ସନ୍ତୁଳିତ ସ୍ଥାୟୀ ଅବସ୍ଥାରେ ରହେ ।

ତାରାର କେନ୍ଦ୍ରରୁ r ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ନେଇ ଏକ ଗୋଳ ଅଙ୍କନ କରାହେଉ । ଏହି ଗୋଳରେ ଥିବା ବସ୍ତୁତ୍ୱ M(r) ହେଉ । ଗୋଳର ପୃଷ୍ଠରେ ଚାପ P(r) ହେଉ । ଏହି ପୃଷ୍ଠରେ ମହାକର୍ଷଣ ବଳର ପରିମାଣ ହେବ $GM(r)/r^2$ ଏବଂ $P(r)=GM(r)/r^2$ । ଏହି ସମୀକରଣ ତାରାର ସ୍ଥାୟୀତ୍ୱର ପ୍ରଧାନ ସର୍ତ୍ତ । ଏହାକୁ ଉଦସ୍ଥିତିକ ସନ୍ତୁଳନ କହନ୍ତି ।



ଚିତ୍ର ୫.୪ ତାରାର ସ୍ଥାୟୀ ଅବସ୍ଥା

ତାରାର ସ୍ଥାୟୀ ଅବସ୍ଥା କେତେଗୁଡିଏ ସର୍ତ୍ତ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ସେଗୁଡିକ ହେଲେ

୧. ଉଦସ୍ଥିତିକ ସନ୍ତୁଳନ (Hydrostatic equillibrium) । ଉପରେ ଏହାର ଆଲୋଚନା କରାଯାଇଛି ।

୨. ତାପ ସନ୍ତୁଳନ (Thermal equillibrium) ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରୁ ଉତ୍ପନ୍ନ ସମସ୍ତ ଶକ୍ତି ତାରାର ଅଭ୍ୟନ୍ତର ଦେଇ ବାହାରକୁ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ସ୍ତର ଦେଇ ଏହି ପ୍ରବାହର ବେଗ L ।

୩. ଅସ୍ୱଚ୍ଛତା (Opacity) ତାରାର ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରୁ ଉତ୍ପନ୍ନ ଶକ୍ତି ଫୋଟନ୍ ଆକାରରେ ତାରାର ଅଭ୍ୟନ୍ତର ଦେଇ ଗତିକରେ । ତାରାର ଅଭ୍ୟନ୍ତର ଅତ୍ୟନ୍ତ ଉତ୍ତପ୍ତ ଏବଂ ସାହା ଆୟନନ ସୂତ୍ର ଅନୁଯାୟୀ ପ୍ରାୟ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ରୂପେ ଆୟନିତ । ତେଣୁ ସେଠାରେ ସ୍ୱତନ୍ତ୍ର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ମାନଙ୍କ ସହ ବାରମ୍ବାର ସଂଘାତ ହେତୁ ଏହି ଫୋଟନ୍‌ମାନେ ପଥଭ୍ରଷ୍ଟ ହୋଇ ଇତସ୍ତତଃ ହୋଇଯାନ୍ତି । ସେମାନଙ୍କ ଗତି ବ୍ୟାହତ ହେବାରୁ ଏହି ଅଞ୍ଚଳର ସ୍ୱଚ୍ଛତା ବା ପାରଦର୍ଶିତା ବ୍ୟାହତ ହୁଏ । ଆଲୋକମଣ୍ଡଳ ଓ ବର୍ଣ୍ଣମଣ୍ଡଳ ଅଞ୍ଚଳରେ ପରିବେଶ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଶୀତଳ ଥିବାରୁ ଏଠାରେ ନିରପେକ୍ଷ ପରମାଣୁ ଏବଂ ଅଣୁମାନଙ୍କ ପ୍ରାଚୁର୍ଯ୍ୟ ଅଧିକ । ଏଠାରେ ଫୋଟନ୍‌ମାନଙ୍କର ଅବାରିତ ଗତି ହେତୁ ଏହା ପାରଦର୍ଶୀ । ବହୁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବିକିରଣର ମାତ୍ରା ଅଧିକ ହେଲେ ବିକିରଣ ଚାପ ଦ୍ୱାରା ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଆୟନିତ ପରମାଣୁମାନେ ତାଡିତ ହୁଅନ୍ତି । ବହୁତ ବଡ ତାରାମାନଙ୍କର ସମସ୍ତ ଅଭ୍ୟନ୍ତର, ଏବଂ ସୂର୍ଯ୍ୟପ୍ରାୟ ତାରାଙ୍କ ଅଭ୍ୟନ୍ତରର ବହୁ ଅଂଶରେ ଏହି ପ୍ରଭାବ କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହୁଏ । ଏକ୍ଷେତ୍ରରେ ପ୍ରଚୁର ଆୟନନ ହେଉଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଏହା ପାରଦର୍ଶୀରୂପେ କାମ କରେ ।

୪. ଶକ୍ତି ସଞ୍ଚାର (Energy transport) ତାରା ଏକ ବିରାଟକାୟ ଗ୍ୟାସ୍ ପିଣ୍ଡ । ଏହା ମଧ୍ୟରେ ଶକ୍ତି କେବଳ ପରିଚଳନ (Convection) ଏବଂ ବିକିରଣ (Radiation) ଦ୍ୱାରାହିଁ ଏକ ସ୍ଥାନରୁ ଅନ୍ୟତ୍ର ସଞ୍ଚାରିତ ହୋଇପାରେ । ତାରା କ୍ଷେତ୍ରରେ ଶକ୍ତିର ସଞ୍ଚାର ଭିତରୁ ବାହାର ଆଡକୁ ହୁଏ । ଉତ୍ତପ୍ତ ଗ୍ୟାସ୍ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇ ବାହାର ପଟକୁ ଆସେ ଏବଂ ତାହାର ସ୍ଥାନ ପୂରଣ କରିବା ପାଇଁ ବାହାରର ଶୀତଳ ଗ୍ୟାସ୍ ଭିତର ଆଡକୁ ଯାଏ । ଏହାକୁ ପରିଚଳନ କହନ୍ତି । ପୃଥିବୀର ବାୟୁମଣ୍ଡଳରେ ମଧ୍ୟ ଏହି କ୍ରିୟା ଚାଲେ । ତାରାର ଆୟନିତ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ତାପ ସଞ୍ଚାର ହୁଏ । ତାରାର ଆଲୋକମଣ୍ଡଳ ଆଗକୁ କେବଳ ବିକିରଣ ଦ୍ୱାରାହିଁ ଶକ୍ତିସଞ୍ଚାର ହୁଏ ।

୫ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ ସୂର୍ଯ୍ୟ ପ୍ରାୟ ୫୦୦ କୋଟି ବର୍ଷ ହେଲା ବିପୁଳ ପରିମାଣ ଶକ୍ତି ବିକିରଣ କରି ଚାଲିଛି । ଏହି ଶକ୍ତିର ଉତ୍ସ ଖୋଜିବା ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ଏକ ପ୍ରଧାନ ସମସ୍ୟା ଥିଲା । ନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନର ଅଭ୍ୟୁଦୟ ଆଗରୁ ନାନା ପ୍ରକାର ରାସାୟନିକ ପ୍ରକ୍ରିୟାର କଳ୍ପନା କରାଯାଉଥିଲା, ମାତ୍ର

କୌଣସିଟି ସଫଳ ହୋଇ ପାରୁନଥିଲା । ବିଂଶ ଶତାବ୍ଦୀର ଚତୁର୍ଥ ଦଶକରେ Hans Bethe ଓ George Gamow ନାମକ ଦୁଇଜଣ ଆମେରିକୀୟ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନୀ ଏହି ବିଷୟରେ ଏକ ସଫଳ ପ୍ରସ୍ତାବ ଦେଲେ । ତାଙ୍କ ମତରେ ସୂର୍ଯ୍ୟର ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରେ ପ୍ରାପ୍ତ ତାପମାତ୍ରାରେ ନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ ସଂଶ୍ଲେଷଣ କ୍ରିୟା ଚାଲିପାରିବ । ସାଧାରଣତଃ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ମାନ ଯୁକ୍ତ ଚାର୍ଜ ଧାରଣ କରନ୍ତି । ଯାଦୃଚ୍ଛିକ ଗତିରେ ପରସ୍ପରର ନିକଟକୁ ଆସିଗଲେ ସେମାନେ ପରସ୍ପରକୁ ବିକର୍ଷଣ କରନ୍ତି । ଦୂରତ୍ୱ ଯେତେ କମ୍ ହୁଏ ବିକର୍ଷଣ ସେତେ ବେଶି ହୁଏ, କାରଣ ଏଠାରେ ଦୂରତ୍ୱର ବିଲୋମବର୍ଗ ନିୟମ କାମ କରେ । ଉଚ୍ଚ ତାପମାତ୍ରାରେ ଅତି ବେଗରେ ଗତିଶୀଳ ଦୁଇଟି ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ପରସ୍ପର ସହ ଲାଗି ଗଲେ ସେମାନେ ଏକ ପ୍ରବଳ ଆକର୍ଷଣୀ ନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ ବଳର ବଶବର୍ତ୍ତୀ ହୋଇ ଅନ୍ୟ ଏକ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ତିଆରି କରନ୍ତି । ଏହି ନୂଆ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ପୁରୁଣା ଦୁଇ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ର ସାମୂହିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱରୁ କମ୍ । ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଏହି ନ୍ୟୁନତା ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନଙ୍କ ପ୍ରସିଦ୍ଧ ସୂତ୍ର $E=mc^2$ ଅନୁସାରେ ଶକ୍ତିରେ ପରିଣତ ହୋଇଯାଏ । ବେଟେ ଏବଂ ଗ୍ୟାମୋଙ୍କ ପ୍ରସ୍ତାବ ଅନୁସାରେ ସୂର୍ଯ୍ୟରେ ଥିବା ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ହିଲିୟମ୍‌ରେ ପରିଣତ ହୋଇ ସୂର୍ଯ୍ୟର ଶକ୍ତିର ଉତ୍ସ ଯୋଗାଉଛି । ଏହାକୁ ନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ ସଂଶ୍ଲେଷଣ (Nucleo synthesis) କହନ୍ତି ।

ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାର ଦୁଇଟି ରୂପ ଅଛି । ପ୍ରଥମଟି ହେଲା ବେଟେଙ୍କ ପ୍ରସ୍ତାବିତ C-N-O ଚକ୍ର । ଏଥିରେ ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ ପ୍ରୋଟନ୍ ସଂଗ୍ରହ କରି କାର୍ବନରୁ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ୍ ଏବଂ ନାଇଟ୍ରୋଜେନରୁ ଅକ୍ସିଜେନ ପ୍ରସ୍ତୁତ ହୁଏ । ଅକ୍ସିଜେନ୍‌ରୁ ଏକ ଆଲ୍‌ଫା କଣିକା (ହିଲିୟମ୍‌ର ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍) ନିର୍ଗତ ହୋଇ ତାହା ପୁଣି କାର୍ବନ୍‌ରେ ପରିଣତ ହୁଏ । ଫଳତଃ ଚାରିଟି ପ୍ରୋଟନ୍ ମିଶି ଏକ ହିଲିୟମ୍ ନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟସ୍ ଗଠିତ ହୁଏ । ଅନ୍ୟଟି ହେଲା p-p ଶୃଙ୍ଖଳା । ଏଥିରେ ଦୁଇଟି ପ୍ରୋଟନ୍ ଏକାଠି ହୋଇ ଗୋଟିଏ ଡୟଟେରିୟମ୍ ଗଠନ କରନ୍ତି ଏବଂ ଦୁଇଟି ଡୟଟେରିୟମ୍ ମିଶି ଗୋଟିଏ ହିଲିୟମ୍ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ସଂଗଠିତ ହୁଏ ।

ଖାଲି ସେତିକି ନୁହେଁ । ପ୍ରାଚୀନ ଆଣବିକ ତତ୍ତ୍ୱ ଅନୁସାରେ କୌଣସି ମୌଳିକ ବସ୍ତୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ମୌଳିକ ବସ୍ତୁରେ ପରିଣତ ହେବା ନିଷିଦ୍ଧ ଥିଲା । ମାତ୍ର ନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟାମାନଙ୍କରେ ଏପରି ହେବା ଦେଖାଯାଉଥିଲା । ଉପରୋକ୍ତ ନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ ସଂଶ୍ଲେଷଣ ଯେ ମୌଳିକ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ଉଦ୍ଭବର ମୂଳ କାରଣ ତାହା ଏବେ ଜଣା ପଡିଲା । ଗାମୋଙ୍କ ମତରେ ସାରା ବିଶ୍ୱର ସମସ୍ତ ବସ୍ତୁ ଦିନେ ଏକ ବିନ୍ଦୁରେ ଠୁଳ ହୋଇଥିଲେ ଏବଂ ସେଠାରୁ ଏହା ପ୍ରବଳ ବେଗରେ ସମ୍ପ୍ରସାରିତ ହେବାକୁ ଲାଗିଲା । ଏହି

ସମ୍ପ୍ରସାରଣ ଏବେ ମଧ୍ୟ ଚାଲିଛି । ଏହାକୁ ବୃହତ୍‌ବିସ୍ଫୋଟ (Big bang) ଆଖ୍ୟା ଦିଆଯାଇଛି । ସମ୍ପ୍ରସାରଣର ପ୍ରଥମ କେଇ ମିନିଟ ମଧ୍ୟରେ କେତେକ ମୌଳିକ ବସ୍ତୁ ତିଆରି ହୋଇଥିଲା । ସେଥିରେ ଥିଲା ପ୍ରାୟ ୭୪ଶତାଂଶ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍, ୨୬ ଶତାଂଶ ହିଲିୟମ୍ ଏବଂ ନାମମାତ୍ର ଲିଥିୟମ୍ । ଆଜି ଆମେ ମୌଳିକ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ଯେଉଁ ବିବିଧତା ଦେଖିବାକୁ ପାଉଁ ତାହା ତାରାମାନଙ୍କର ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରେ ଚାଲିଥିବା ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ ସଂଶ୍ଲେଷଣ କ୍ରିୟାର ଫଳ । ସୂର୍ଯ୍ୟପ୍ରାୟ ତାରାଙ୍କର ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରେ ପ୍ରଥମେ କେବଳ ହିଲିୟମ୍ ତିଆରି ହୁଏ । ଏହି ତାରାଙ୍କର ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରେ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ସରିଗଲେ ସେଠାରେ ଉକ୍ତ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଆଉ ଚାଲି ପାରେ ନାହିଁ । ଫଳରେ ସେଠାରେ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ ବନ୍ଦ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ସେଠାର ଚାପ କମ୍ ହୋଇଯାଏ । ମହାକର୍ଷଣୀୟ ସଂକୋଚନର ପ୍ରତିରୋଧ କମିଯିବାରୁ ତାରାର ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳ ସଂକୁଚିତ ହୁଏ ଏବଂ ସେଠାରେ ଚାପ ଓ ତାପମାତ୍ରା ବଢେ । ତାପମାତ୍ରା ୧୦କୋଟି ଡିଗ୍ରୀ ହୋଇଗଲେ ହିଲିୟମ୍‌ରେ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟକ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ ହୋଇଯାଏ । ତିନିଟି ହିଲିୟମ୍ ପରମାଣୁ ଏକାଠି ହୋଇ ଗୋଟିଏ କାର୍ବନ୍ ପରମାଣୁ ଗଠନ କରନ୍ତି । କାର୍ବନ୍‌ରୁ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ୍, ଅକ୍ସିଜେନ୍ ଆଦି ପ୍ରସ୍ତୁତ ହୁଏ । ଏଥିରୁ ଜଣା ଯାଉଛି ଯେ ଆମେ ଯେତେ ମୌଳିକ ବସ୍ତୁ ଦେଖୁଛେଁ ସେସବୁ କୌଣସି ଏକ ତାରାର ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରେ ପ୍ରସ୍ତୁତ ହୋଇଛି ।

ତାରାର ଆୟୁଷ

ତାରାର ଜୀବନ କାଳ ମଧ୍ୟରେ ତାହା ମୁଖ୍ୟ ତିନିଟି ଅବସ୍ଥା ଦେଇ ଗତି କରେ । ପ୍ରଥମେ ହୁଏ ମହାକର୍ଷଣୀୟ ସଂକୋଚନ । ଏହି ଅବସ୍ଥାରେ ତାରାଦ୍ୟ ନେବୁଲାର ଏକ ଅଂଶକୁ ଆଣି ମୁଖ୍ୟକ୍ରମ ତାରାରେ ପହଞ୍ଚାଇ ଦିଏ । ଏହି ଅବସ୍ଥାର ଅବଧି ମାତ୍ର କେତେ ଲକ୍ଷ ବର୍ଷ । ମୁଖ୍ୟକ୍ରମରେ ପହଞ୍ଚିବା ପରେ ଉତ୍ତାପ ଜନିତ ଗ୍ୟାସ୍ ଚାପ ସଂକୋଚନକୁ ପ୍ରତିହତ କରେ ଏବଂ ତାରା ଏକ ସ୍ଥାୟୀ ଅବସ୍ଥା ପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ । ପରବର୍ତ୍ତୀ ଅବସ୍ଥାରେ ବିଭିନ୍ନ ଇନ୍ଧନର ମାତ୍ରା କମ୍ ଥାଏ ଏବଂ ତାପମାତ୍ରା ଅଧିକ ଥିବାରୁ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟାର ବେଗ ଅଧିକ ହୁଏ । ତେଣୁ ଏହି ଅବସ୍ଥା ଅଳ୍ପକାଳ ସ୍ଥାୟୀ ହୁଏ । ଏହାକୁ ଲୋହିତ ଦାନବ (Red giant) ଅବସ୍ଥା କହନ୍ତି । ଶେଷରେ ତାରାରେ ସମସ୍ତ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟା ଶେଷ ହୋଇଗଲେ ଅଧିକାଂଶ ତାରା ଶ୍ୱେତବାମନ (White dwarf) ଅବସ୍ଥାକୁ ଚାଲିଯାନ୍ତି । ଏଗୁଡିକ ତାରାର ମୃତାବଶେଷ ଭାବେ ଗଣାଯାଏ । ତାରାର ଆୟୁଷର ଅଧିକାଂଶ ଭାଗ ମୁଖ୍ୟକ୍ରମରେ ବିତୁଥିବାରୁ ଏହାର ଅବଧିକୁ ତାରାର ଆୟୁଷ ଭାବେ ଗଣାଯାଏ ।

ତାରାର ଆଦ୍ୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଭାଗ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ । ତାରାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏବଂ ଜ୍ୟୋତି ଯଥାକ୍ରମେ M, L ହେଲେ ସେଥିରେ ଥିବା ସମସ୍ତ ଶକ୍ତିର ପରିମାଣ Mc^2 ଏବଂ ଶକ୍ତିକ୍ଷୟର ହାର L । ତେଣୁ ତାରାର ମୁଖ୍ୟକ୍ରମ ଆୟୁଷ t ହେଲେ $Lt=Mc^2$ । ସୂର୍ଯ୍ୟର ବସ୍ତୁତ୍ୱ, ଜ୍ୟୋତି ଏବଂ

ଆୟୁଷ ଯଥାକ୍ରମେ M_{sun}, L_{sun}, t_{sun} ହେଲେ

$$t/t_{sun} = (M/M_{sun})(L/L_{sun}) = (M/M_{sun})^{-2.5} \qquad ....୫.୫$$

ଏଠାରେ ସମୀକରଣ ୫.୧ର ବସ୍ତୁତ୍ୱ-ଜ୍ୟୋତି ସୂତ୍ର ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇଛି ।

ସୂର୍ଯ୍ୟର ଆୟୁଷ

ସୂର୍ଯ୍ୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଦଶ ଭାଗରୁ ଭାଗେ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟାରେ ଭାଗ ନିଏ । ଏହାର ମାତ୍ର ୦..୦୦୭ ଭାଗ ଶକ୍ତିରେ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୁଏ । ସୂର୍ଯ୍ୟର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏବଂ ଜ୍ୟୋତିକୁ ହିସାବକୁ ନେଇ ସୂର୍ଯ୍ୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ = 2×10^{33} ଗ୍ରାମ୍, ସୂର୍ଯ୍ୟର ଜ୍ୟୋତି = 4×10^{33} ଅର୍ଗ୍ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡ୍ (ergs/sec), ମହାଶୂନ୍ୟରେ ଆଲୋକର ବେଗ 3×10^{10} ସେଣ୍ଟିମିଟର୍ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡ୍ ଏବଂ ବର୍ଷକରେ 3×10^{7} ସେକେଣ୍ଡ୍ ।

$t_{sun} \approx 10^{10}$ ବର୍ଷ । ତେଣୁ

$$t = 10^{10}(M/M_{sun})^{-2.5} \text{ ବର୍ଷ ।} \qquad ....୫.୬$$

ସମୀକରଣ ୫.୬ ଏକ ଅତି ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ସୂତ୍ର । ଏଥିରୁ ଜଣାଯାଏ ଯେ ତାରାର ଆୟୁଷ ତାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ହୁଏ । ଅତି ବଡ ତାରାମାନେ ଅଳ୍ପାୟୁଷ ଏବଂ ଛୋଟ ତାରାସବୁ ଅତି ଦୀର୍ଘାୟୁ । ଧରନ୍ତୁ ଗୋଟିଏ ତାରାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସୂର୍ଯ୍ୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱରୁ ୧୦ଗୁଣ । ସମୀକରଣ ୫.୬ରୁ ଏହାର ଆୟୁଷ ମାତ୍ର ୩୦ଲକ୍ଷ ବର୍ଷ ବୋଲି ଜଣାଯିବ । ସେଠାରେ ହୁଏତ ଗ୍ରହଜଗତ୍ ଥିବ, ପୃଥିବୀପ୍ରାୟ ଗ୍ରହର ଅବସ୍ଥିତି ବି ଅସମ୍ଭବ ନୁହେଁ । ମାତ୍ର ସୂର୍ଯ୍ୟ ଜନ୍ମର ଅନ୍ୟୂନ ୧୦୦କୋଟି ବର୍ଷ ପରେ ପୃଥିବୀରେ ଜୀବନର ପ୍ରଥମ ଉନ୍ମେଷ ହେଲା । ଉକ୍ତ ତାରାର ଏତେ ଆୟୁଷ ନାହିଁ । ତେଣୁ ବଡ ତାରାମାନଙ୍କ ପାଖରେ ଜୀବଜଗତ୍‌ର ସ୍ଥିତି ଅସମ୍ଭବ ମନେହୁଏ । ଏହି କାରଣରୁ ସୌରେତର ଗ୍ରହଜଗତ୍‌ରେ ଜୀବନର ସନ୍ଧାନ କେବଳ ସୂର୍ଯ୍ୟପ୍ରାୟ ତାରାଙ୍କ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସୀମିତ ରହିଛି ।

ଅନ୍ୟ ପକ୍ଷରେ ସବୁଠାରୁ ଛୋଟ ତାରାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସୂର୍ଯ୍ୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ମାତ୍ର ଶତକଡା ୮ । ସମୀକରଣ ୫.୬ ଅନୁସାରେ ଏହାର ଆୟୁଷ ହେବ ୫ଲକ୍ଷ କୋଟି ବର୍ଷ । ମାତ୍ର ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡର ବୟସ ୧୪୦୦ କୋଟି ବର୍ଷ । ଏଥିରୁ ମନେ ହୁଏ ଯେ ବିଶ୍ୱର ପ୍ରଥମ ପୀଢିର ତାରାମାନେ ଏବେ ବି ଅଛନ୍ତି । ତେଣୁ ସେମାନଙ୍କ ବୟସ ନିରୂପଣ ହୋଇପାରିଲେ ବିଶ୍ୱବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡର ବୟସର କଳନା ହୋଇ ପାରିବ । ଏହି ତାରାମାନଙ୍କର ବର୍ଣ୍ଣାଳିରେ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍, ହିଲିୟମ୍ ଏବଂ ନାମମାତ୍ର ଲିଥିୟମ୍‌ର ସନ୍ଧାନ ମିଳେ । ଏମାନଙ୍କୁ ଦ୍ୱିତୀୟ ବର୍ଗର ତାରା (Population II stars) କୁହାଯାଏ । ଏମାନଙ୍କର ଆଦ୍ୟ ଉପାଦାନରେ ଏହାହିଁ ଥିଲା । ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡର ଆଦ୍ୟ ଉପାଦାନ ବି ସେଇୟା । ତେଣୁ ଏଗୁଡିକ ପ୍ରଥମ

ପୀଢ଼ିର ତାରା ଭାବେ ଗଣାଯାନ୍ତି । ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ଅତି ବଡ ତାରାମାନେ ଅତିଶୀଘ୍ର ଆୟୁଷକାଳ ଟପିଯାନ୍ତି ଏବଂ ସେମାନଙ୍କ ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରେ ଉତ୍ପାଦିତ ଅନ୍ୟ ମୌଳିକ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କୁ ମହାଶୂନ୍ୟରେ ପ୍ରସାରିତ କରି ଦିଅନ୍ତି । ଏହି ନେବୁଲାରୁ ଜାତ ଦ୍ୱିତୀୟ ପୀଢ଼ିର ତାରା ଦେହରେ ଏସବୁ ଦ୍ରବ୍ୟ ଥିବାର ଦେଖାଯାଏ । ଏମାନଙ୍କୁ ପ୍ରଥମବର୍ଗର ତାରା (Population I stars) କୁହାଯାଏ । ଏମାନଙ୍କୁ ଧାତୁପୂର୍ଣ୍ଣ (Metal rich) ତାରା କହନ୍ତି । ଆମର ଚାରିଆଡେ ଅଧିକାଂଶ ତାରା ଏହି ବର୍ଗର । ଗାଲାକ୍ସିର କେନ୍ଦ୍ରାଞ୍ଚଳରେ ଥିବା ତାରାସମୂହରେ ଏବଂ ଉପାନ୍ତ ଅଞ୍ଚଳରେ ଥିବା ଗୋଳଗୁଚ୍ଛମାନଙ୍କରେ ଦ୍ୱିତୀୟ ବର୍ଗର ତାରା ଦେଖାଯାନ୍ତି ।

ତାରାର ବୟସ

ମୁଖ୍ୟକ୍ରମ ତାରାମାନଙ୍କର ବୟସ ନିରୂପଣ ଏକ ଦୁରୁହ ବ୍ୟାପାର । କେବଳ ତାରାଗୁଚ୍ଛମାନଙ୍କ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏଥିପାଇଁ ଏକ ବିଶ୍ୱସନୀୟ ପଦ୍ଧତି ବିକାଶ ଲାଭ କରିଛି । ତାରାଗୁଚ୍ଛରେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ତାରା ଥାନ୍ତି, ମାତ୍ର ସେମାନଙ୍କ ଜନ୍ମକାଳ ସମାନ । ତେଣୁ ଗୁଚ୍ଛର ବୟସହିଁ ସେଠାର ସବୁ ତାରାଙ୍କ ବୟସ । ଗୁଚ୍ଛତାରାମାନଙ୍କର ଏଚ୍. ଆର୍ ଆରେଖ ରୁ ଦେଖାଯାଏ ଯେ କିଛି ବଡ ବଡ ତାରା ମୁଖ୍ୟକ୍ରମରୁ ବାହାରି ଲୋହିତ ଦାନବ ବର୍ଗକୁ ଚାଲିଗଲେଣି । ସବୁଠାରୁ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ତାରା, ଯେ କି ଏବେ ବି ମୁଖ୍ୟକ୍ରମରେ ଅଛି, ତାହାର ଆୟୁଷ ସମୀକରଣ ୫.୬ରୁ ବାହାର କରାଯାଏ ଏବଂ ତାହାହିଁ ଗୁଚ୍ଛର ବୟସ ବୋଲି ଧରି ନିଆଯାଏ । କୌଣସି ଏକକ ତାରା କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହି ପଦ୍ଧତି କାମ କରେ ନାହିଁ କାରଣ ତାହାର ଜନ୍ମକାଳ ଜଣା ନଥାଏ ।

ଆଧୁନିକ ଯୁଗରେ ତାରାର ମଡେଲ୍‌ମାନ ସୂକ୍ଷ୍ମରୁ ସୂକ୍ଷ୍ମତର ଗଣନା କରିପାରୁଛନ୍ତି । ସେଥିରୁ ମୁଖ୍ୟକ୍ରମରେ ସ୍ଥିତିକାଳରେ ତାରାର ଜ୍ୟୋତି ଏବଂ କ୍ରିୟାଶୀଳତା (activity) ପରିବର୍ତ୍ତନର ଆକଳନ ହୋଇପାରୁଛି । ଆଲୋକମିତିରେ ମାପର ସୂକ୍ଷ୍ମତା ବୃଦ୍ଧି ସହ ଏହି ପରିବର୍ତ୍ତନ ମାପି ପାରିବାର କ୍ଷମତା ହାସଲ ହେଲାଣି । ଏବିଷୟରେ ଅବିଶ୍ରାନ୍ତ ଚେଷ୍ଟା ଚାଲିଛି । ପୃଥିବୀରେ ପ୍ରସ୍ତରମାନଙ୍କର ପ୍ରାଚୀନତା ନିରୂପଣ ପାଇଁ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ଆପେକ୍ଷିକ ପ୍ରାଚୁର୍ଯ୍ୟ ହିସାବ କରାଯାଏ । ତାରାମାନଙ୍କ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବର୍ଣ୍ଣାଳିମିତି ଦ୍ୱାରା ସେଠାରେ ଥିବା ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ପ୍ରାଚୁର୍ଯ୍ୟ ମାପ ହୁଏ ।

ମାତ୍ର ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ପ୍ରାଚୁର୍ଯ୍ୟ ଏତେ କମ୍ ଯେ ଏପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏହା କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହୋଇପାରୁ ନ ଥିଲା । ମାତ୍ର ଏବେ ବର୍ଣ୍ଣାଳିମିତିର ସୂକ୍ଷ୍ମତା ଆଶାତୀତ ଭାବେ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଥିବାରୁ ଏହା ସମ୍ଭବ ହୋଇ ପାରୁଛି । ଗାଲାକ୍ସିର ଉପାନ୍ତ ଅଞ୍ଚଳରେ କେତେକ ତାରାଙ୍କ ବର୍ଣ୍ଣାଳିରେ ଥୋରିୟମ୍ ଓ

ୟୁରେନିୟମ୍‌ର ସନ୍ଧାନ ମିଳିଛି । ତାରା ମଡେଲ୍‌ର ହିସାବରୁ ତାରାର ଅନ୍ତକାଳରେ କେତେ ଥୋରିୟମ୍ ବା ୟୁରେନିୟମ୍ ତିଆରି ହୋଇ ମହାକାଶରେ ବିଛାଡି ହୋଇଥିବ ତାହା ହିସାବ କରାହୁଏ । ଏହି ନେବୁଲାରୁ ଜାତ ତାରା ଦେହରେ ମୂଳରୁ ପ୍ରାୟ ସେତିକି ପରିମାଣରେ ଉକ୍ତ ଦ୍ରବ୍ୟମାନ ଥିବାର ଅନୁମାନ କରାଯାଏ । ଏବେ ତାହାର ପ୍ରାଚୁର୍ଯ୍ୟର ମାପରୁ ବ୍ୟତୀତ ସମୟର ଗଣନା ହୁଏ ଏବଂ ଏହାହିଁ ତାରାର ବୟସ । ଏହି ହିସାବ ନମିତ୍ତ ଉକ୍ତ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ଅର୍ଦ୍ଧାୟୁ (half life) ଜାଣିବା ଆବଶ୍ୟକ ଏବଂ ଏସବୁ ତଥ୍ୟର ସୂକ୍ଷ୍ମ ମାପ ହୋଇଛି ।

ତାରାର ଅନ୍ତିମ ଅବସ୍ଥା

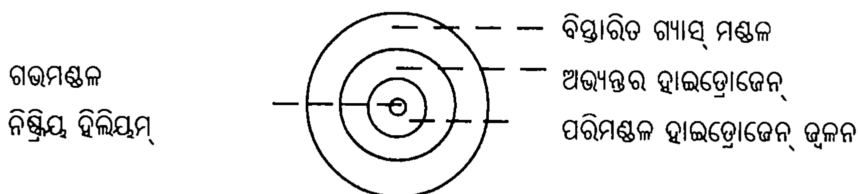
ତାରାର ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରୁ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଇନ୍ଧନ ଶେଷ ହୋଇଗଲେ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟା ବନ୍ଦ ହୋଇଯାଏ । ଏହାର ଫଳସ୍ୱରୂପ ସେଠାରେ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପ କମିଯାଏ । ମହାକର୍ଷଣ ବଳର ପ୍ରଭାବୀ ପ୍ରତିରୋଧ ଅଭାବରୁ ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳ ସଂକୁଚିତ ହେବାକୁ ଲାଗେ ଏବଂ ସେଠାରେ ଚାପ ଓ ତାପମାତ୍ରା ବଢେ । ତାପରେ ଯାହାସବୁ ଘଟେ ତାହା ତାରାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ।

ବାଦାମି ବାମନ (Brown dwarfs), ($0.01 < M/M_{sun} < 0.1$)

ସୂର୍ଯ୍ୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ୧୦ ଶତାଂଶରୁ କମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱବାଲା ତାରା କେବେ ହେଲେ ମୁଖ୍ୟକ୍ରମକୁ ଆସି ନଥାନ୍ତି । ସେମାନଙ୍କୁ ବାଦାମି ବାମନ କୁହାଯାଏ । ସେମାନଙ୍କ ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରେ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟା ଦ୍ୱାରା ହାଇଡ୍ରୋଜେନରୁ ହିଲିୟମ୍ ପ୍ରସ୍ତୁତ ହୋଇ ପାରେନା । ସେଥିପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ତାପମାତ୍ରା ସେଠାରେ ମିଳେନା । ସେଠାରେ ପ୍ରାପ୍ତ ତାପମାତ୍ରାରେ କେବଳ ଡୟଟେରିୟମ୍‌ରୁ ହିଲିୟମ୍ ପ୍ରସ୍ତୁତ ପ୍ରଣାଳି ସମ୍ଭବ । ଆଦି ଗ୍ୟାସ୍‌ରେ ଡୟଟେରିୟମ୍ ଅତି ଅଳ୍ପମାତ୍ରାରେ ଥାଏ ଏବଂ ତାହା ଶେଷ ହୋଇଗଲେ ସମସ୍ତ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟା ବନ୍ଦ ହୋଇଯାଏ । କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଲିଥିୟମ୍ ଓ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ମିଶି ହିଲିୟମ୍ ତିଆରି କରନ୍ତି, ମାତ୍ର ଲିଥିୟମ୍‌ର ମାତ୍ରା ଅତ୍ୟନ୍ତ କମ୍ ଥିବା ହେତୁ ଏହା ମଧ୍ୟ ବେଶି କାଳ ଚାଲି ପାରେନାହିଁ । ସେ ତାରାମାନଙ୍କର ସ୍ଥାୟିତ୍ୱ ପାଇଁ ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳସ୍ଥ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଅପଭ୍ରଷ୍ଟତା (degeneracy) ଦାୟୀ । ଉଚ୍ଚ ତାପମାତ୍ରାରେ ଏହି ଗ୍ୟାସ୍ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆୟନିତ ଅବସ୍ଥାରେ ଥାଏ ଏବଂ ଚାପ ହେତୁ ସୀମିତ ପରିସର ମଧ୍ୟରେ ଆବଦ୍ଧ ହୋଇ ରହେ । ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ମାନେ ପାଉଲି ଅପବର୍ଜନ ବିଧି (Pauli exclusion principle) ମାନୁ ଥିବାରୁ ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅଧିକା ଚାପ ପ୍ରକାଶ କରନ୍ତି ଏବଂ ତାହା ମହାକର୍ଷଣକୁ ପ୍ରତିହତ କରିବା ପାଇଁ ଯଥେଷ୍ଟ ହୁଏ । ସୂର୍ଯ୍ୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ୧ଶତାଂଶରୁ କମ୍ ବସ୍ତୁତ୍ୱବାଲା ପିଣ୍ଡ ଗ୍ରହରେ ଗଣତି ହୁଏ ।

ସ୍ୱଳ୍ପ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ତାରା ($0.1<M/M_{sun}<0.5$)

ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ତାରା ମୁଖ୍ୟକ୍ରମରେ ତାହାର ଅଧିକାଂଶ ଜୀବନ କାଳ ଭୋଗକରେ । ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରେ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଇନ୍ଧନ ଶେଷ ହେଲେ ଚାପ କମିଯାଇ ସଂକୋଚନ ଆରମ୍ଭ ହୁଏ ଏବଂ ସେଠାର ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପ ବଢ଼ିବାକୁ ଲାଗେ । ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳର ପାର୍ଶ୍ୱବର୍ତ୍ତୀ ପରିମଣ୍ଡଳରେ (Shell) ତାପମାତ୍ରା ପ୍ରାୟ ଦେଢକୋଟି ଡିଗ୍ରୀରେ ପହଞ୍ଚିଲେ ସେଠାରେ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ ହୁଏ । ଏଠାରେ ପ୍ରଚୁର ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ମିଳେ, ତେଣୁ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ ବଢ଼ିଯାଏ । ଫଳରେ ତାରାର ଜ୍ୟୋତି ବଢ଼ିଯାଏ । ଏଣେ ଗ୍ୟାସ୍‌ଚାପ ବଢ଼ିବା ହେତୁ ତାରାର ବାହାର ଭାଗ ବିସ୍ତାରିତ ହୁଏ ଏବଂ ତାରାର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବହୁଗୁଣ ବଢ଼ିଯାଏ । ଫଳରେ ତାରାର ଆଲୋକମଣ୍ଡଳ ଏବଂ ବର୍ଣ୍ଣମଣ୍ଡଳ ଶୀତଳ ହୋଇ ଲାଲ୍ ଦିଶେ । ସେହି ହେତୁ ଏହି ତାରାମାନଙ୍କୁ ଲୋହିତ ଦାନବ ଆଖ୍ୟା ଦିଆଯାଏ । ପରିମଣ୍ଡଳରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହିଲିୟମ୍ ସଂଗ୍ରହ କରି ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳ ନିଜ କଳେବର ବୃଦ୍ଧି କରେ । କ୍ରିୟାଶୀଳ ପରିମଣ୍ଡଳ କ୍ରମେ ଅଭ୍ୟନ୍ତରକୁ ବ୍ୟାପେ । ଶେଷରେ ସମସ୍ତ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଶେଷ ହୋଇଗଲେ ତାରାରେ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟା ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ବନ୍ଦ ହୋଇଯାଏ । ଏହାପରେ ତାରାଟି ମହାକର୍ଷଣୀୟ ସଂକୋଚନର ବଶବର୍ତ୍ତୀ ହୋଇ ଏକ ଅତି ସାନ୍ଦ୍ର ପିଣ୍ଡରେ ପରିଣତ ହୁଏ । ଏହାକୁ ଶ୍ୱେତବାମନ ଅବସ୍ଥା କହନ୍ତି ।

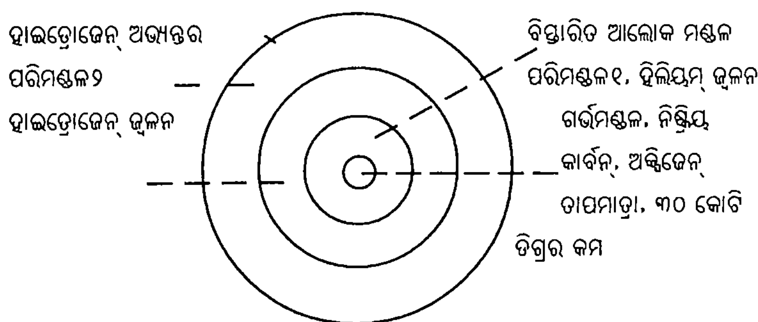


ଚିତ୍ର ୫.୫ ଲୋହିତ ଦାନବର ଗଠନ

ଶ୍ୱେତବାମନ ଅବସ୍ଥାରେ ପହଞ୍ଚିବା ପୂର୍ବରୁ ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳସ୍ଥ ହିଲିୟମ୍ ଗ୍ୟାସ୍‌ରେ ଅପଭ୍ରଷ୍ଟତା ଦେଖାଦିଏ । ଏହା ଫଳରେ ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳ ଆଉ ସଂକୁଚିତ ହୋଇ ପାରେନାହିଁ । ପରିମଣ୍ଡଳରେ ନିର୍ମିତ ହିଲିୟମ୍ ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରେ ଜମା ହୋଇ ତାହାର ବିସ୍ତାର କରେ । ଶେଷରେ ଶ୍ୱେତବାମନ ଅବସ୍ଥା ପ୍ରାପ୍ତ ହେଲାବେଳକୁ ସମସ୍ତ ତାରାଟି ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳ ପରି ହୋଇଯାଏ, ଅର୍ଥାତ୍ ଏଠାରେ ଖାଲି ହିଲିୟମ୍ ଭର୍ତ୍ତି ହୋଇଥାଏ । ଏହାହିଁ ଏହି ତାରାମାନଙ୍କର ଅନ୍ତିମ ଅବସ୍ଥା । ଏହାକୁ ହିଲିୟମ୍ ଶ୍ୱେତବାମନ (Helium white dwarf) କହନ୍ତି ।

ସୂର୍ଯ୍ୟପ୍ରାୟ ତାରା $(0.5<M/M_{sun}<3)$

ଏମାନଙ୍କ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରୁ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଇନ୍ଧନ ଶେଷ ହୋଇଗଲେ ସେଠାରେ ହିଲିୟମ୍ ଭରିଯାଏ ଏବଂ ପରିମଣ୍ଡଳରେ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ଜ୍ୱଳନ ଚାଲିଥାଏ । ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳର ହିଲିୟମ୍ ଅପଭ୍ରଷ୍ଟ ହୋଇ ମହାକର୍ଷଣୀୟ ସଂକୋଚନର ପ୍ରତିରୋଧ କରେ, ମାତ୍ର ମହାକର୍ଷଣ ଜିତି ଯାଏ । ସଂକୋଚନ ଜନିତ ତାପର ପ୍ରଭାବରୁ ତାପମାତ୍ରା ୧୦କୋଟି ଡିଗ୍ରୀ ଟପିଗଲେ ହିଲିୟମ୍‌ରେ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ ହୁଏ । ତିନିଟି ହିଲିୟମ୍ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ଏକାଠି ହୋଇ ଗୋଟିଏ କାର୍ବନ୍ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ଗଠନ କରନ୍ତି । ଏହି କ୍ରିୟାରୁ ପ୍ରଚୁର ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ, ଏବଂ ତାରାର ଜ୍ୟୋତି ବହୁଗୁଣ ବୃଦ୍ଧିପାଏ । ଏହି କ୍ରିୟା ଏତେ ପ୍ରଚଣ୍ଡ ବେଗରେ ଚାଲେ ଯେ ଏହାକୁ ହିଲିୟମ୍ ଚମକ (Helium flash) କହନ୍ତି । ମାତ୍ର କେତେ ମିନିଟ ମଧ୍ୟରେ ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳର ସମସ୍ତ ହିଲିୟମ୍ ପ୍ରାୟ ନିଃଶେଷ ହୋଇଯାଏ । ବାକୀ ଯାହା କିଛି ବଳକା ଥାଏ ତାହା କାର୍ବନ୍ ସହ ମିଶି ଅକ୍ସିଜେନ୍ ସୃଷ୍ଟି କରେ । ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟା ଶେଷ ହେଲା ବେଳକୁ ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରେ କାର୍ବନ୍ ଓ ଅକ୍ସିଜେନ୍ ନିଷ୍କ୍ରିୟ ଅବସ୍ଥାରେ ଥାଏ କାରଣ ତାପମାତ୍ରା ୩୦ କୋଟି ଡିଗ୍ରୀରୁ କମ୍ ଥାଏ । ପ୍ରଥମ ପରିମଣ୍ଡଳରେ ହିଲିୟମ୍ ଜ୍ୱଳନ ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟ ପରିମଣ୍ଡଳରେ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଜ୍ୱଳନ କ୍ରିୟା ଚାଲିଥାଏ । ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଜ୍ୱଳନର ଅବଶେଷ ହିଲିୟମ୍ ପ୍ରଥମ ପରିମଣ୍ଡଳକୁ ଇନ୍ଧନ ଯୋଗାଏ । ଏହାର ପ୍ରଭାବରୁ ତାରାର ଆଲୋକମଣ୍ଡଳ ଆହୁରି ପ୍ରସାରିତ ହୁଏ ଏବଂ ତାରା ଲୋହିତ ଦାନବ ଅବସ୍ଥାକୁ ଚାଲିଯାଏ । ଶେଷରେ ସମସ୍ତ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଏବଂ ହିଲିୟମ୍ ଶେଷ ହୋଇଗଲେ ତାରାଟି କାର୍ବନ୍-ଅକ୍ସିଜେନ୍ ପୂର୍ଣ୍ଣ ଶ୍ୱେତବାମନରେ ପରିଣତ ହୁଏ ।



ଚିତ୍ର ୫.୬ ସୂର୍ଯ୍ୟପ୍ରାୟ ତାରାର ଲୋହିତ ଦାନବ ଅବସ୍ଥା

ବଡ ତାରା ($3<M/M_{sun}<8$)

ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ମହାକର୍ଷଣର ବଳରେ ସଂକୋଚନ, କାର୍ବନ୍ ଅକ୍ସିଜେନ୍‌ଠାରେ ରହିଯାଏ ନାହିଁ । ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରେ ତାପମାତ୍ରା ୩୦କୋଟି ଡିଗ୍ରୀକୁ ଟପିଗଲେ ସେଠାରେ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟାମାନ ଆରମ୍ଭ ହୁଏ । ଏହା ଫଳରେ ପର ପର ହୋଇ ନିଅନ୍, ମାଗ୍ନେସିୟମ୍ ଏବଂ ସିଲିକନ୍‌ର ଉଦ୍ଭବ ହୁଏ । ଏହି ସମୟରେ ଆଲୋକମଣ୍ଡଳ ଆହୁରି ବିସ୍ତାରିତ ହୁଏ । ବହୁ ଶକ୍ତିର ଉତ୍ପାଦନ ହେତୁ ସାମୟିକ ଅସଂତୁଳନ ଦେଖାଯାଏ ଏବଂ ବାହ୍ୟମଣ୍ଡଳରୁ ବହୁ ପରିମାଣ ଗ୍ୟାସ୍ ମହାକାଶକୁ ବିକ୍ଷିପ୍ତ ହୋଇଯାଏ । ତାରାର ଚାରିଆଡେ ଏହି ଗ୍ୟାସ୍ ବହୁକାଳ ଯାଏ ରହି ଏକ ନେବୁଲା ସୃଷ୍ଟି କରେ । ଏହାକୁ ଗ୍ରହ ନେବୁଲା (Planetary nebula) କହନ୍ତି । ଏହାଦ୍ୱାରା ତାରା ନିଜ ଦେହରୁ ବହୁ ପରିମାଣ ଗ୍ୟାସ୍ ବାହାର କରଦିଏ ଏବଂ ଏଥିରେ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍, ହିଲିୟମ୍ ବ୍ୟତୀତ ଅନ୍ୟ ମୌଳିକ ବସ୍ତୁମାନ ଦେଖାଯାଏ । ଏହିସବୁ ବସ୍ତୁ ତାରାର ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରେ ତିଆରି ହୋଇଥାଏ । ଏଠାରେ ଚାଲୁଥିବା ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଫଳରେ ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରେ ସିଲିକନ୍ ଜମା ହୁଏ ଏବଂ ବିଭିନ୍ନ ପରିମଣ୍ଡଳରେ କ୍ରମାନ୍ୱୟେ ମାଗ୍ନେସିୟମ୍, ନିଅନ୍, କାର୍ବନ୍ ହିଲିୟମ୍ ଏବଂ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ଜ୍ୱଳନ ଚାଲିଥାଏ । ଉପର ସ୍ତରର ଅବଶେଷ ଅଧିକ ଭାରି ହୋଇ ଥିବାରୁ ଭିତର ଆଡକୁ ଯାଏ ଏବଂ ସେଠାରେ ଚାଲିଥିବା ଜ୍ୱଳନ ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ଇନ୍ଧନ ଯୋଗାଏ । ସବୁ ଇନ୍ଧନ ଶେଷ ହୋଇଗଲେ ତାରାର ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରେ ଖାଲି ସିଲିକନ୍ ଭରିଯାଏ ଏବଂ ଏହା ଏକ ଶ୍ୱେତବାମନ ଅବସ୍ଥାକୁ ଆସିଯାଏ ।

ଦାନବ ତାରା ($8<M/M_{sun}<25$) ଏହି ତାରାମାନଙ୍କରେ ଗ୍ୟାସୀୟ ସିଲିକନ୍‌ର ଅପଭ୍ରଷ୍ଟତା ଜନିତ ଚାପ ମହାକର୍ଷଣୀୟ ଚାପକୁ ପ୍ରତିହତ କରପପାରେ ନାହିଁ । ଏହି ଚାପ ହେତୁ ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳ ସଂକୁଚିତ ହୋଇ ଅଧିକ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇଯାଏ । ତାପମାତ୍ରା ୧୦୦ କୋଟି ଡିଗ୍ରୀ ସ୍ତରରେ ପହଞ୍ଚିଲେ ସେଠାରେ ସିଲିକନ୍‌ର ଜ୍ୱଳନ ଆରମ୍ଭ ହୋଇ ଲୌହରେ ପରିଣତ ହୁଏ । ଏହି ପରିସ୍ଥିତିରେ ତାପ ନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟା ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରେ ଆପେ ବନ୍ଦ ହୋଇଯାଏ । ଅତି ଉଚ୍ଚ ତାପମାତ୍ରାରେ ଆଲୋକ ବିଘଟନ ପ୍ରକ୍ରିୟା(Photodisintegration) ହେତୁ ଲୌହ ହିଲିୟମ୍‌ରେ ପରିଣତ ହୁଏ ଏବଂ ଏଥିରେ ଶକ୍ତି ଅବଶୋଷିତ ହୁଏ । ତେଣୁ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟା ଆଉ ଚାଲି ପାରେନାହିଁ । ଏପ୍ରକାର କ୍ରିୟାକୁ ତାପ ଶୋଷୀ (Endothermic) କ୍ରିୟା କହନ୍ତି । ଇନ୍ଧନ ଶେଷ ହୋଇଗଲେ ସବୁ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟା ବନ୍ଦ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ତାରାଟି ଶ୍ୱେତବାମନ ଅବସ୍ଥାକୁ ଆସିଯାଏ । ଏହା ମଧ୍ୟରେ ତାରାର ଅଧିକାଂଶ ଭାଗ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରରେ ମହାକାଶରେ ବିଛାଡି ହୋଇଯାଏ, କାରଣ ଶ୍ୱେତବାମନର ଅଧିକତମ

ବସ୍ତୁତ୍ୱ ୧.୪ ସୌର ବସ୍ତୁତ୍ୱରୁ ବେଶି ହୋଇପାରେ ନାହିଁ । ଏହି ନିୟମ ଚନ୍ଦ୍ରଶେଖର ନିୟମ ନାମରେ ଖ୍ୟାତ । ଶ୍ୱେତବାମନ ଅବସ୍ଥାରେ ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳର ସନ୍ତୁଳନ ଅପଭ୍ରଷ୍ଟତା ଚାପ ହେତୁ ହୁଏ ।

ଅତିଦାନବ ତାରା ($M/M_{sun} > 25$)

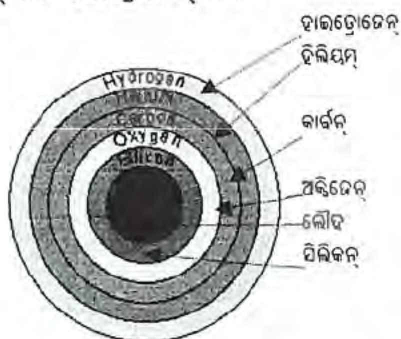
ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଅପଭ୍ରଷ୍ଟତା ଜନିତ ଚାପ ମହାକର୍ଷଣ ବଳକୁ ଆଉ ପ୍ରତିହତ କରି ପାରେନାହିଁ । ଫଳରେ ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳସ୍ଥ ଲୌହ ଗ୍ୟାସ୍ ଅପଭ୍ରଷ୍ଟ ଅବସ୍ଥାରୁ ବାହାରି ଯାଇ ପ୍ରବଳ ବେଗରେ ସଂକୁଚିତ ହୁଏ । ଏହି ସଂକୋଚନର ସଂଘାତ ତରଙ୍ଗ କେନ୍ଦ୍ରରୁ ପ୍ରତିବିମ୍ବିତ ହୋଇ ପ୍ରବଳ ବେଗରେ ବାହାର ଆଡକୁ ଗତି କରେ । ଏହି ବିସ୍ଫୋରଣ ଫଳରେ ତାରାର ପ୍ରାୟ ନବେ ଶତାଂଶ ମହାକାଶରେ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇଯାଏ । ଏହାକୁ ସୁପର୍ନୋଭା ବିସ୍ଫୋଟ କହନ୍ତି । ଏପ୍ରକାର ତାରାର ବିବର୍ତ୍ତନର ଏକ ସମୟ ନିର୍ଘଣ୍ଟ ନିମ୍ନ ସାରଣୀରେ ଦିଆଯାଇଛି ।

ଅତିଦାନବ ତାରାର ବିବର୍ତ୍ତନର ଆୟୁଷ ସାରଣୀ ବସ୍ତୁତ୍ୱ=୨୫ସୌର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

ଇନ୍ଧନ	ଉତ୍ପାଦ	ତାପମାତ୍ରା $୧୦^{୦}K$	ଅବଧି ବର୍ଷ	ଅବସ୍ଥା
H	He	୧୦-୩୦	7×10^{6}	ମୁଖ୍ୟକ୍ରମ
He	C,O	୨୦୦	5×10^{5}	ଲୋହିତ ଦାନବ
C	O,Ne,Na,Mg	୮୦୦	600	ଲୋହିତ ଦାନବ
Ne	O,Mg	୧୫୦୦	1	ଲୋହିତ ଦାନବ
O	Mg to S	୨୦୦୦	1/2	ଲୋହିତ ଦାନବ
Si	Fe	୩୦୦୦	1day	ଲୋହିତ ଦାନବ
ଅନ୍ତଃସ୍ଫୋଟ	ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରା	-	-	ସୁପର୍ନୋଭା

ଉପରୋକ୍ତ ସାରଣୀରୁ ଦେଖାଯିବ ଯେ ଏହି ତାରାମାନଙ୍କର ସମୁଦାୟ ଆୟୁଷ ୭୫ ଲକ୍ଷ ବର୍ଷରୁ ସାମାନ୍ୟ ବେଶି, ସେଥିରୁ ୭୦ ଲକ୍ଷବର୍ଷ ମୁଖ୍ୟ କ୍ରମରେ କଟେ । ବାକୀ ମାତ୍ର ୫ଲକ୍ଷ ବର୍ଷ

ମଧ୍ୟରେ ଅନ୍ୟ ସମସ୍ତ ଅବସ୍ଥା ଭୋଗ ହୁଏ । ତୁଳନା ପାଇଁ ସୂର୍ଯ୍ୟର ବୟସ ନିଆ ଯାଇପାରେ । ସୂର୍ଯ୍ୟର ବୟସ ୫୦୦ କୋଟି ବର୍ଷ ଏବଂ ପୂରା ଆୟୁଷରୁ ଆହୁରି ୫୦୦ କୋଟି ବର୍ଷ ବାକୀ । ତେଣୁ ସୂର୍ଯ୍ୟ ତୁଳନାରେ ଏମାନେ ଶିଶୁ ଏବଂ ଅକାଳ ବାର୍ଦ୍ଧକ୍ୟ ଓ ଅକାଳ ମୃତ୍ୟୁର ବଶବର୍ତ୍ତୀ । ଏହି ତାରାମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କେତେକ ପରିଚିତ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ତାରା ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ, ଯଥା ଆଦ୍ରା ଜ୍ୟେଷ୍ଠା, ରୋହିଣୀ ସ୍ୱାତୀ ଆଦି । ଅନେକେ ଯୁକ୍ତି ବାଢନ୍ତି ଯେ ତାରା ବିବର୍ତ୍ତନ ତତ୍ତ୍ୱ ପ୍ରାଚୀନ ଭାରତରେ ଜଣା ଥିଲା । ଅତି ପ୍ରାଚୀନ ତାରାର ନାମ ଜ୍ୟେଷ୍ଠା ଦିଆଯିବା ଏହାର ପ୍ରମାଣ । ସାମାନ୍ୟ ଆଲୋଚନାରୁ ଏପରି ଯୁକ୍ତିର ଅସାରତା ବୁଝାଯାଏ । ସୁପର୍ନୋଭା ବିସ୍ଫୋଟର ଠିକ୍ ପୂର୍ବରୁ ଅତିଦାନବ ତାରାମାନଙ୍କର ସଂରଚନ ଚିତ୍ର ୫.୭ରେ ଦେଖାଯାଇଛି । ଏଥିରେ ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରେ ନିଷ୍କ୍ରିୟ ଲୌହ, ଏବଂ ବିଭିନ୍ନ ସ୍ତରରେ ଜ୍ୱଳନ୍ତ ସିଲିକନ୍, ଅକ୍ସିଜେନ୍, କାର୍ବନ୍ ହିଲିୟମ୍ ଏବଂ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଥାଏ ।



ଚିତ୍ର ୫.୭ ବଡ ତାରାର ଅନ୍ତିମ ଅବସ୍ଥାରେ ପିଆଜତୁଲ୍ୟ ସଂରଚନ

ସୁପର୍ନୋଭା ବିସ୍ଫୋଟ

ଅତିଦାନବ ତାରା କ୍ଷେତ୍ରରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ଅପଭ୍ରଷ୍ଟତା ମହାକର୍ଷଣୀୟ ସଂକୁଚନର ପ୍ରତିହତ କରିବାରେ ଅସମର୍ଥ ହୁଏ । ଅତି ଉଚ୍ଚ ତାପମାତ୍ରାରେ ଗାମା ଫୋଟନ୍‌ମାନ ଲୌହକୁ ଆଲୋକ ବିଘଟନ କ୍ରିୟା ଦ୍ୱାରା ହିଲିୟମ୍‌ରେ ପରିଣତ କରନ୍ତି । ଏହି ତାପ ଅବଶୋଷିତ ହୋଇ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପ କମିଯାଏ । ଫଳରେ ସଂକୋଚନ କ୍ରିୟା ଆହୁରି ପ୍ରବଳ ହୁଏ । ପ୍ରୋଟନ୍ ଏବଂ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ମାନ ମିଶି ପ୍ରଚୁର ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଏବଂ ନ୍ୟୁଟ୍ରିନୋ ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି । ଏହି ନ୍ୟୁଟ୍ରିନୋମାନେ ସଙ୍ଗେ ସଙ୍ଗେ ତାରା ବାହାରକୁ ଚାଲିଯାନ୍ତି । ସେମାନଙ୍କର ଅନ୍ୟ ବସ୍ତୁ ସହ କୌଣସି ଅନୁକ୍ରିୟା ପ୍ରାୟ ହୁଏ ନାହିଁ । ତେଣୁ ସେମାନେ ନିର୍ବିରୋଧ ପଳାଇ ଯାନ୍ତି ଏବଂ ସଙ୍ଗରେ ପ୍ରଚୁର ଶକ୍ତି ନେଇଯାନ୍ତି । ଫଳରେ ତାରାର

ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳ ଆହୁରି ଶୀତଳ ହୁଏ ଏବଂ ସଂକୋଚନ ପ୍ରବଳତର ହୁଏ । ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ମାନ ମଧ୍ୟ ଯାକି ହୋଇଯାନ୍ତି ଏବଂ ପରସ୍ପରର ଅତି ନିକଟକୁ ଆସିଯାନ୍ତି । ଫଳରେ ସେଠାରେ ସାନ୍ଦ୍ରତା ବହୁ ଅଧିକ ହୁଏ । ମାତ୍ର ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ମାନେ ବି ଅପଭ୍ରଷ୍ଟତାର ଶିକାର ହୁଅନ୍ତି । ଏଥିରୁ ଉତ୍ପନ୍ନ ଚାପ ମହାକର୍ଷଣୀୟ ସଂକୋଚନକୁ ଅବରୋଧ କରେ । ଏହା ଏତେ ପ୍ରଖର ବେଗରେ ହୁଏ ଯେ ଏକ ପ୍ରଚଣ୍ଡ ବହିର୍ମୁଖୀ ପ୍ରତିଫଳିତ ସଂଘାତ ତରଙ୍ଗର ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଏହାର ଫଳରେ ସାରା ତାରାଟି ଅତି ଉତ୍ତପ୍ତ ହୁଏ ଏବଂ ପ୍ରବଳ ବେଗରେ ମହାକାଶରେ ବିକ୍ଷିପ୍ତ ହୋଇଯାଏ । ଏହାକୁ ସୁପର୍ନୋଭା ବିସ୍ଫୋଟ କହନ୍ତି । ଏହି ବିସ୍ଫୋଟ ବେଳେ ତାରାର ଦୀପ୍ତି ସାରା ଗାଲାକ୍ସିର ଦୀପ୍ତି ସହ ସମାନ ହୋଇଯାଏ । ଏହି ଆଲୋକ ବେଶ୍ କିଛି ଦିନ ପାଇଁ ଦେଖାଯାଏ ଏବଂ ଆସ୍ତେ ଆସ୍ତେ ଲିଭିଯାଏ । ଏହାର ଅବଶେଷ ଭାବେ ରହେ ଏକ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରା ଏବଂ ଏକ ନେବୁଲା । ଏହି ନେବୁଲା ଚାରିଆଡକୁ ବିସ୍ତାରିତ ହୁଏ । ୧୦୫୪ ସାଲରେ ଏକ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ତାରାର ବର୍ଣ୍ଣନା ଚୀନ୍ ଦେଶର ଅଭିଲେଖରୁ ମିଳେ । ତାହାର ଅବଶେଷ ନେବୁଲା ବୃଷ ମଣ୍ଡଳରେ ଏବେ ବି ଦେଖାଯାଏ । ଏହାକୁ କ୍ରାବ୍ ନେବୁଲା କହନ୍ତି । ଏହାର ବିସ୍ତାରଣ ବେଗର ମାପ କରି ବିସ୍ଫୋଟର ପ୍ରାଚୀନତା ହିସାବ କରାଯାଇ ତାହାକୁ ଉକ୍ତ ଚୀନ୍ ଅଭିଲେଖ ସହ ମିଳାଇ ଚିହ୍ନିତ କରାଯାଇଛି । ଚିତ୍ର ୫.୮ ରେ ସୁପର୍ନୋଭା ବିସ୍ଫୋଟର ଚିତ୍ର ଦିଆଯାଇଛି । ଏ ପ୍ରକାର ସୁପର୍ନୋଭାକୁ ଦ୍ୱିତୀୟ ପ୍ରକାର (Type II) ସୁପର୍ନୋଭା କୁହାଯାଏ । ଏହାର ବର୍ଣ୍ଣାଳିରେ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍‌ର ପ୍ରାଚୁର୍ଯ୍ୟ ଥାଏ, ଏବଂ ଏହା ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତର । ଏହି ଦୁଇଟି ଲକ୍ଷଣରୁ ସୁପର୍ନୋଭାର ପ୍ରକାର ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୁଏ । ପ୍ରଥମ ପ୍ରକାର (Type I) ସୁପର୍ନୋଭାର ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତା ଅପେକ୍ଷାକୃତ କମ୍ ଓ ଏହାର ବର୍ଣ୍ଣାଳିରେ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍‌ର ଚିହ୍ନ ନଥାଏ । ଏ ପ୍ରକାର ସୁପର୍ନୋଭାର କାରଣ ଅନ୍ୟ ପ୍ରକାର ।

ପ୍ରଥମ ପ୍ରକାର ସୁପର୍ନୋଭା

ଏହାର ଉତ୍ପତ୍ତି ସ୍ଥଳ ସନ୍ନିକଟ ଯୁଗ୍ମତାରା (Close binary star) । ତନ୍ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ତାରା ଏକ ଶ୍ୱେତବାମନ । ତାରାଟି ଆକାରରେ ଛୋଟ ହେଲେବି ତାହାର ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ଅକ୍ଷୁଣ୍ଣ ଥାଏ ଏବଂ ତାହା ପାଖ ତାରାରୁ ବସ୍ତୁ ଆହରଣ କରି ନିଜ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବୃଦ୍ଧି କରେ । ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସୌର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ୮ ଗୁଣରୁ ଅଧିକ ହୋଇଗଲେ ତାରାରେ ସୁପର୍ନୋଭା ବିସ୍ଫୋଟ ହୁଏ । ସୁପର୍ନୋଭାର ଅବଶେଷ ଏକ ନେବୁଲା ହୁଏ । ମାତ୍ର ଶ୍ୱେତବାମନରେ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍‌ର ଅଭାବ ହେତୁ ଉକ୍ତ ନେବୁଲାରେ ତାହାର ଲେଶମାତ୍ର ନଥାଏ । ଏପ୍ରକାର ସୁପର୍ନୋଭାରେ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରାର ଉଦ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ ।

ସୁପର୍ନୋଭା ବିସ୍ଫୋଟ କାଳରେ ତାପମାତ୍ରା ବହୁତ ବଢିଯାଏ । ସେତେବେଳେ ଅତି ବେଗଶାଳୀ

ପ୍ରଚୁର ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ଉପ୍ନ୍ନ ହୁଅନ୍ତି । ଏହି ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ମାନେ ଚାର୍ଜ୍ ନିରପେକ୍ଷ ହୋଇଥିବାରୁ ସେମାନେ ଅବାଧରେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍ ପାଖକୁ ଆସି ସେଥିରେ ସାମିଲ୍ ହୋଇଯାନ୍ତି । ଏହାକୁ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ସଂଗ୍ରହଣ (Neutron capture) କୁହାଯାଏ । ପରେ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ରେ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ସଂଖ୍ୟା ଅଧିକ ହୋଇଗଲେ କିଛି ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ପ୍ରୋଟନ୍‌ରେ ପରିଣତ ହୁଅନ୍ତି ଏବଂ ଏକ ନୂତନ ମୌଳିକ ବସ୍ତୁର ପରମାଣୁ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ପୂର୍ବରୁ ଦେଖାଯାଇଛି ଯେ ତାରାର ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରେ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଦ୍ୱାରା ବିଭିନ୍ନ ମୌଳିକ ବସ୍ତୁ ନିର୍ମିତ ହୁଏ । ମାତ୍ର ତାହାର ପରିସର ସୀମିତ । କେବଳ କେତୋଟି ପ୍ରକାର ପରମାଣୁର ରଚନା ସେଥିରେ ସମ୍ଭବ ହେଉଛି । ମୌଳିକ ବସ୍ତୁ ପର୍ଯ୍ୟାୟର (Periodic table of elements) ବାକୀ ମୌଳିକ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ଉଦ୍ଭବ ହୁଏ ସୁପର୍ନୋଭା ବିସ୍ଫୋଟକାଳୀନ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ସଂଗ୍ରହଣ କ୍ରିୟାରେ । ଏହି କ୍ରିୟା ଦୁଇ ପ୍ରକାର, ମନ୍ଦ କ୍ରିୟା (slow process) ଏବଂ କ୍ଷିପ୍ର କ୍ରିୟା (rapid process)। ପ୍ରଥମ କ୍ରିୟାରେ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ସଂଗ୍ରହଣ ଧୀର ଗତିରେ ହୁଏ ଏବଂ ନ୍ୟୁକ୍ଲିୟସ୍‌ରେ ସନ୍ତୁଳନ ପାଇଁ ଯଥେଷ୍ଟ ସମୟ ମିଳେ । କ୍ଷିପ୍ର କ୍ରିୟାରେ ଏହି ସମୟ ମିଳେ ନାହିଁ । ତେଣୁ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ସ୍ଥାୟୀ ମୌଳିକ ବସ୍ତୁମାନ ମନ୍ଦ କ୍ରିୟାର ଫଳ ଏବଂ ତେଜସ୍କ୍ରିୟ ବସ୍ତୁମାନ କ୍ଷିପ୍ରକ୍ରିୟା ଦ୍ୱାରା ଉପ୍ନ୍ନ ବୋଲି ମନେ କରାଯାଏ । ୧୯୮୭ଏ ନାମକ ସୁପର୍ନୋଭା ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ଗାଲାକ୍ସି Large Magellanic Cloud ରେ ୧୯୮୭ ସାଲରେ ଦେଖା ଯାଇଥିଲା । ଚିତ୍ର ୫.୮ ଦେଖନ୍ତୁ ।

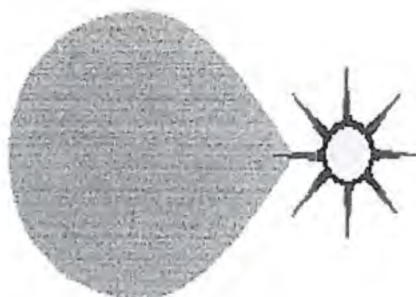
ଉକ୍ତ ଫଟୋ ହବ୍‌ଲ୍ ମହାକାଶ ଦୂରବୀକ୍ଷଣରୁ ଉଠା ଯାଇଥିଲା । ପ୍ରାୟ ପ୍ରତି ବର୍ଷ କୌଣସି ବା କୌଣସି ଏକ ଏପରି ବିସ୍ଫୋଟ ଦେଖାଯାଏ । ଆମ ଛାୟାପଥରେ ଦୃଷ୍ଟ କେତୋଟି ଉଲ୍ଲେଖଯୋଗ୍ୟ ସୁପର୍ନୋଭା ବିସ୍ଫୋଟ ବିଷୟରେ କିଛି ଜାଣିବା । ୧୦୫୪ସାଲରେ ବୃଷ ମଣ୍ଡଳରେ ଦେଖା ଯାଇଥିବା ଏକ ଅତ୍ୟୁଜ୍ଜ୍ୱଳ ତାରାକୁ ଚୀନ୍ ଦେଶରେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିଲେ । ତାହାର ଅବଶେଷ ଏବେ କ୍ରାବ୍ ନେବୁଲା ନାମରେ ଖ୍ୟାତ । ୧୬୮୦ ସାଲରେ ସେହିପରି ଏକ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ତାରାର ଉଲ୍ଲେଖ ମିଳେ । ପ୍ରାୟ ୩୦୦ ବର୍ଷ ପରେ ଏହାର ଅବଶେଷକୁ ଅନୁଧ୍ୟାନ କରି ତାହା ଏକ ସୁପର୍ନୋଭା ଥିଲା ବୋଲି ଜଣା ପଡିଲା । ୧୫୭୨ ରେ ଟାଇକୋ ବ୍ରାହେ ଏବଂ ୧୬୦୪ରେ କେପ୍ଲର୍ ସୁପର୍ନୋଭା ଦେଖିଥିବାର ଉଲ୍ଲେଖ କରିଛନ୍ତି । ଅତି ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କରେ ଘଟିଥିବା ପ୍ରଥମ ପ୍ରକାର ସୁପର୍ନୋଭା ମାନଙ୍କର ବିଶ୍ଳେଷଣ ଦ୍ୱାରା ଅଦୃଶ୍ୟ ଶକ୍ତିର(dark energy) ବିଷୟରେ ପ୍ରାମାଣିକ ତଥ୍ୟମାନ ମିଳୁଛି ।

ଥରେ ଚିନ୍ତା କରନ୍ତୁ ତ, ଆମ ଶରୀରର ଏବଂ ଆମ ପରିବେଶରେ ଥିବା ପ୍ରତ୍ୟେକ ପରମାଣୁ (କେବଳ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଛଡା) ଏକ ବିରାଟକାୟ ତାରାର ଅଭ୍ୟନ୍ତରରେ ତିଆରି ହୋଇ ଏକ ସୁପର୍ନୋଭା

ବିସ୍ଫୋଟ ଫଳରେ ଆମର ଏବଂ ଆମ ପରିବେଶର ସଂରଚନ ପାଇଁ ଦାୟୀ । ଏକ ସୁପର୍ନୋଭା ଅବଶେଷହିଁ ଆମ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଓ ସୌର ଜଗତ୍‌ର ଜନ୍ମସ୍ଥଳ ଏବଂ ଏହାର ସବୁ ଉପାଦାନର ଆଦି ସ୍ଥାନ ।



ଚିତ୍ର ୫.୮ସୁପର୍ନୋଭା ବିସ୍ଫୋଟ ୧୯୮୭ ଏ



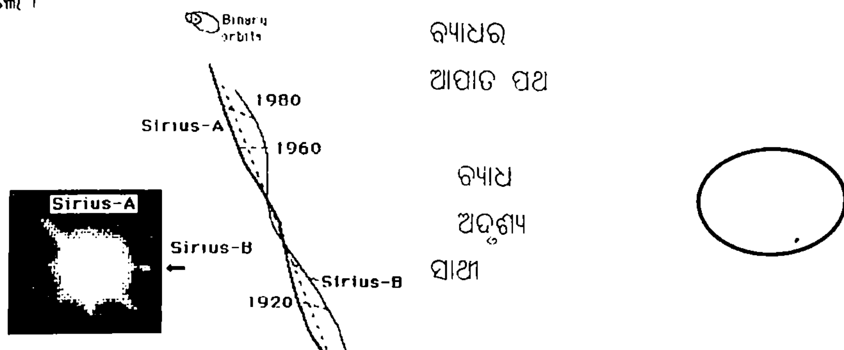
ଚିତ୍ର ୫.୯ ପ୍ରଥମ ପ୍ରକାର ସୁପର୍ନୋଭା

ତାରାର ଦେହାବଶେଷ

ତାରାରେ ସମସ୍ତ ପ୍ରକାର ଶକ୍ତିର ଉତ୍ସ ନିଃଶେଷ ହୋଇଗଲେ ତାରାଟି ନିଷ୍ପ୍ରାଣ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ମହାକର୍ଷଣ ବଳରେ ସଂକୁଚିତ ହୁଏ । ସେତେବେଳକୁ କେବଳ ତାହାର ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳହିଁ ବାକୀ ଥାଏ, ବାକୀ ସବୁ ଅଂଶ ନେବୁଲା ଆକାରରେ ମହାକାଶରେ ବିସ୍ତୀର୍ଣ୍ଣ ହୋଇ ଯାଇଥାଏ । ଶେଷରେ ତାହାର ଦେହାବଶେଷ ଉକ୍ତ ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଏହା ତିନି ପ୍ରକାର ହୋଇପାରେ, ଯଥା ଶ୍ୱେତବାମନ, ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରା ଏବଂ କୃଷ୍ଣ ବିବର । ଏମାନଙ୍କର ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ଆଲୋଚନା ନିମ୍ନରେ ଦିଆଗଲା ।

ଶ୍ୱେତବାମନ (White dwarf)

ପୂର୍ବବର୍ତ୍ତୀ ଅଧ୍ୟାୟରେ ଏହି ତାରାମାନଙ୍କର ଉଲ୍ଲେଖ କରାଯାଇଛି । ଏବେ ସେମାନଙ୍କ ଆବିଷ୍କାର ଏବଂ ଗୁଣ ବିଷୟରେ କିଛି ଜାଣିବା । ୧୮୪୪ ମସୀହାର କଥା । ସେତେବେଳକୁ ଉନ୍ନତ ଦୂରବୀକ୍ଷଣ ସାହାଯ୍ୟରେ ତାରାର ସ୍ଥିତିର ସୂକ୍ଷ୍ମ ମାପ ସମ୍ଭବ ହୋଇ ପାରିଲା । ତାହାର ପରିବର୍ତ୍ତନରୁ ସ୍ଥିର ତାରାମାନଙ୍କର ଗତି ମାପି ହେଲା । ଗତି ଆବର୍ତ୍ତୀ ହେଲେ ସେଥିରୁ ତାରାର ଲମ୍ବନ ମାପି ତାହାର ଦୂରତ୍ୱ ହିସାବ କରିହେଲା । ସରଳରୈଖିକ ଗତିରୁ ତାରାର ସ୍ୱଗତି(proper motion) ଜଣାଗଲା । ଅବଶ୍ୟ ଏଥିପାଇଁ ଦୀର୍ଘକାଳବ୍ୟାପି ଅତି ସୂକ୍ଷ୍ମ ମାପ ଆବଶ୍ୟକ ଥିଲା । ବ୍ୟାଧତାରା (Sirius)ର ସ୍ୱଗତି ମାପିଲା ବେଳକୁ ଦେଖାଗଲା ଯେ ତାହାର ଗତିପଥ ସରଳରେଖା ନହୋଇ ଏକ ତରଙ୍ଗାୟିତ ପଥ ହେଉଛି । (ଚିତ୍ର ୬.୧) । ପ୍ରଖ୍ୟାତନାମା ଜର୍ମାନ୍ ବୈଜ୍ଞାନିକ ବେସେଲ୍ (Bessel) ଏହି ଆବିଷ୍କାର କଲେ ।



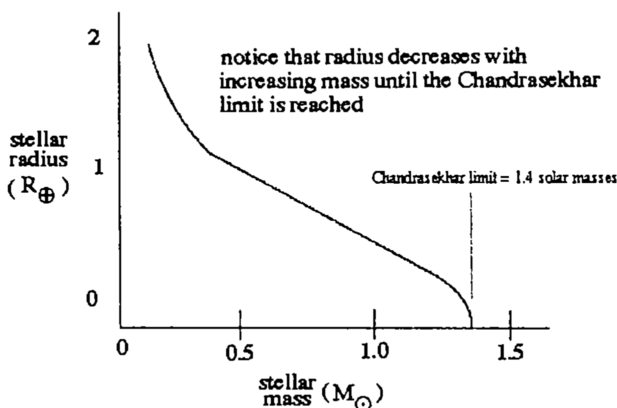
ଚିତ୍ର ୬.୧ ବ୍ୟାଧର ଗତିପଥ

ଦୃକ୍‌ରେଖା ଓ ବ୍ୟାଧର ସାଥୀ

ଗତିପଥର ଏହି ପରିବର୍ତ୍ତନ ପାଇଁ ଅନ୍ୟ ଏକ ଅଦୃଶ୍ୟ ସାଥୀ ତାରାର ଆକର୍ଷଣକୁ ଦାୟୀ କରି ତାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହିସାବ ହେଲା । ଏହି ବିଧିର ତାତ୍ତ୍ୱିକ ଆଲୋଚନା ଯୁଗ୍ମତାରା ଅଧ୍ୟାୟରେ ଦ୍ରଷ୍ଟବ୍ୟ । ମୋଟ କଥାରେ କହିବାକୁ ଗଲେ ବ୍ୟାଧ ଏକ ଯୁଗ୍ମ ତାରା ଏବଂ ଏହାର ସାଥୀଟି ଅଦୃଶ୍ୟ । ମାତ୍ର ସାଥୀର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବାହାରିଲା ପ୍ରାୟ ସୂର୍ଯ୍ୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସହ ସମାନ । ବ୍ୟାଧ ତାରାର ଦୂରତା ମାତ୍ର୮.୬ ଆଲୋକବର୍ଷ, ଏବଂ ଏହି ଦୂରତାରେ ସୂର୍ଯ୍ୟପ୍ରାୟ ତାରା ଅବଶ୍ୟ ଦେଖାଯିବା କଥା । ଏହା ଏକ ସମସ୍ୟା ହୋଇ ରହିଲା । ୧୮୬୨ ମସୀହାରେ ଆମେରିକାର ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀ କ୍ଲାର୍କ୍ (Clark) ତାଙ୍କ ହାତ ତିଆରି ଦୂରବୀକ୍ଷଣର ପରୀକ୍ଷା କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟାଧତାରାକୁ ଦେଖିଲେ । ସେଠାରେ ସେ ଏକ ଅନ୍ୟ ଆଲୋକ ଦେଖିବାକୁ ପାଇଲେ । ପ୍ରଥମେ ସେ ଭାବିଲେ ଯେ ଦୂରବୀକ୍ଷଣରେ କିଛି ଦୋଷ ରହିଛି । ମାତ୍ର ବହୁ ପରୀକ୍ଷା ନିରୀକ୍ଷା ପରେ ବୁଝିଲେ ଯେ ସେ ସେ ସମୟର ସର୍ବଶ୍ରେଷ୍ଠ ଦୂରବୀକ୍ଷଣର ଅଧିକାରୀ ଏବଂ ସେ ବ୍ୟାଧର ଅଦୃଶ୍ୟ ସାଥୀଟିକୁ ଦେଖିଛନ୍ତି । ପରେ ୧୯୧୫ ମସୀହାରେ ତତ୍କାଳୀନ ସର୍ବଶ୍ରେଷ୍ଠ ଦୂରବୀକ୍ଷଣ Mount Wilsonରେ ତାହାର ବର୍ଣ୍ଣାଳି ନିଆଗଲା । ସେଥିରୁ ଜଣାଗଲା ଯେ ତାହାର ତାପମାତ୍ରା ୨୬୦୦୦ ଡିଗ୍ରୀ କେଲ୍‌ଭିନ୍ । ସେଥିରୁ ତାରାର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଗଣନା କରି ବାହାରିଲା ୪୨୦୦ କିଲୋମିଟର । ସୂର୍ଯ୍ୟର ବସ୍ତୁତ୍ୱ, ମାତ୍ର ଏତେ ସାନ ପରିସର ମଧ୍ୟରେ, ସାନ୍ଦ୍ରତା ଆସିଲା ପ୍ରତି ଘନ ସେଣ୍ଟିମିଟରକୁ ଏକ ଟନ୍ । ଏପରି ତାରା ସେତେବେଳେ ବିସ୍ମୟ ସୃଷ୍ଟି କରିଥିଲା । ପରେ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ତତ୍ତ୍ୱର ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା ଏହାର ତାତ୍ତ୍ୱିକ ବିଶ୍ଳେଷଣ ସମ୍ଭବ ହେଲା । ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍‌ର ଏକ ବିଶେଷ ଗୁଣ ଅଛି ଏହାକୁ ପାଉଲି ଅପବର୍ଜନ ନିୟମ କହନ୍ତି । ଏହା ଅନୁସାରେ ସମାନ ବେଗଶାଳୀ ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ବହୁତ ପାଖାପାଖି ରହିପାରିବେ ନାହିଁ । ଅନେକ ଗୁଡ଼ିଏ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ସୀମିତ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଜାକି ହୋଇଗଲେ ଏପରି ପରିସ୍ଥିତି ଉପୁଜେ, ଏବଂ ବହୁ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନଙ୍କ ବେଗ ବଢ଼ିଯାଏ । ଏହାକୁ ଅପଭ୍ରଷ୍ଟ ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଗ୍ୟାସ୍ କହନ୍ତି ଏବଂ ଏହାର ଚାପ ସାଧାରଣ ଗ୍ୟାସ୍‌ଠାରୁ ଅଧିକ । ଏହି ଅପଭ୍ରଷ୍ଟତା ଚାପ ଏକ୍ଷେତ୍ରରେ ମହାକର୍ଷଣୀୟ ସଂକୋଚନର ସଫଳ ପ୍ରତିରୋଧ କରେ । ଏ ତତ୍ତ୍ୱ ପ୍ରକାଶ ପାଇଲା ୧୯୩୦ ମସୀହାରେ । ଏବେ ସବୁ ତାରାଙ୍କର ପ୍ରାୟ ଏକ ତୃତୀୟାଂଶ ଶ୍ୱେତବାମନ ବୋଲି ଜଣାଗଲାଣି । ପରବର୍ତ୍ତୀ ଦୁଇ ଦଶନ୍ଧି ଭିତରେ ଆଧୁନିକ ତାରା ବିବର୍ତ୍ତନ ତତ୍ତ୍ୱର ବିକାଶ ସହ ଏହି ତାରାମାନଙ୍କର ଉଦ୍ଭବର କାହାଣୀ ଜଣାଗଲା ।

ଉକ୍ତ ଆଲୋଚନାରୁ ଜଣାଯାଉଛି ଯେ ଶ୍ୱେତବାମନର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ତାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବଢ଼ିବା ସହ କମିବା ଉଚିତ । ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବଢ଼ିଲେ ସଂକୋଚନ ଅଧିକ ହେବ, ଇଲେକ୍‌ଟ୍ରନ୍ ଗ୍ୟାସ୍‌ର ପରିସର କମିଯିବ ।

ଫଳରେ ଅଧିକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଦ୍ରୁତଗାମୀ ହେବେ ଏବଂ ଅପଭ୍ରଷ୍ଟତା ଚାପ ବଢି ସଂକୋଚନ ଚାପ ସହ ସମାନ ହେଲେ ସଂକୋଚନ ବନ୍ଦ ହେବ । ଏହି ସମସ୍ୟାର ସଫଳ ସମାଧାନ ଦେଲେ ଭାରତୀୟ ବଂଶୋଦ୍ଭବ ବୈଜ୍ଞାନିକ ସୁବ୍ରମନିୟମ୍ ଚନ୍ଦ୍ରଶେଖର । ସେ କ୍ୱାଣ୍ଟମ୍ ତତ୍ତ୍ୱ ଏବଂ ଆପେକ୍ଷିକ ତତ୍ତ୍ୱର ପ୍ରୟୋଗ କରି ଦେଖାଇଲେ ଯେ ଶ୍ୱେତବାମନ ତାରାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବଢିବା ସହ ତାହାର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ କମେ ଏବଂ ୧.୪ ସୂର୍ଯ୍ୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱରେ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଶୂନ୍ୟ ହୋଇଯାଏ । ଚିତ୍ର୬.୨ ।



ଚିତ୍ର ୬.୨ ଶ୍ୱେତବାମନର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ଆରେଖ

ଚନ୍ଦ୍ରଶେଖର ସୀମା =୧.୪ ସୌର ବସ୍ତୁତ୍ୱ

ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଏକକ– ସୌର ବସ୍ତୁତ୍ୱ, ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧର ଏକକ– ପୃଥିବୀର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ

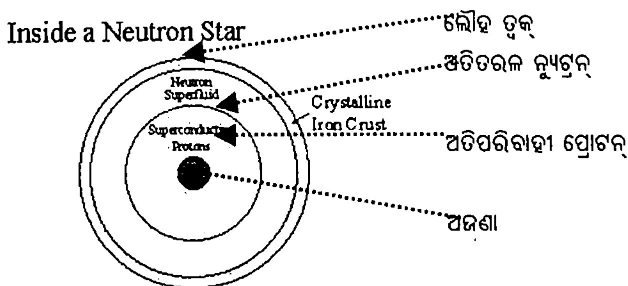
ଶ୍ୱେତ ବାମନ ତାରାଙ୍କର ଉପାଦାନ ତାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଏହା ହିଲିୟମ୍, କାର୍ବନ୍, ନିଅନ୍ ସିଲିକନ୍ ବା ଲୌହ ହୋଇପାରେ ।

ଶ୍ୱେତବାମନରେ କୌଣସି ଶକ୍ତି ଉତ୍ସ ନଥାଏ । ତେଣୁ ସେମାନେ ଉତ୍ପତ୍ତିକାଳୀନ ତାପମାତ୍ରାରୁ ସାଧାରଣ ବିକିରଣ ନିୟମ ଅନୁସାରେ ଥଣ୍ଡା ହୁଅନ୍ତି । ଉତ୍ପତ୍ତିକାଳୀନ ତାପମାତ୍ରା ଜଣାଥିଲେ ଏବର ତାପମାତ୍ରା ମାପକରି ଶ୍ୱେତବାମନ ଅବସ୍ଥାରେ କେତେ କାଳ ବିତିଲାଣି ତାହାର ହିସାବ ମିଳି ପାରିବ ।

ତାରାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଜଣାଥିଲେ ତାହାର ଉତ୍ପତ୍ତି କାଳୀନ ତାପମାତ୍ରା କଳନା କରାଯାଇ ପାରେ । ତାରାଟି ଯଦି କୌଣସି ଯୁଗ୍ମତାରାର ଅଂଶ ହୋଇଥାଏ ତେବେ ତାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସହଜରେ ଜଣାପଡେ । ଏହି ଉପାୟରେ ବହୁ ତାରାଙ୍କର ଶ୍ୱେତବାମନ ଅବସ୍ଥାର ବୟସ ଗଣନା କରାଯାଇଛି । ତାରାରେ ଗଚ୍ଛିତ ଥିବା ସମସ୍ତ ଶକ୍ତି ବିକିରିତ ହୋଇଗଲେ, ଓ ତାରାଟି ତାହାର ପାରପାର୍ଶ୍ୱିକ ତାପମାତ୍ରାକୁ ଆସିଗଲେ ଆଉ ବିକିରଣ ହେବ ନାହିଁ ଏବଂ ତାହା ଏକ କୃଷ୍ଣବାମନ (Black dwarf)ରେ ପରିଣତ ହୋଇ ଅନନ୍ତ କାଳ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଥିବ । ସେମାନଙ୍କ ଥଣ୍ଡା ହେବା ପ୍ରକ୍ରିୟା ଏତେ ମନ୍ଥର ଯେ ତାହାକୁ ଏକ ସ୍ଥାୟୀ ଅବସ୍ଥା ଭାବେ ଗଣା ଯାଇପାରେ । ସେଥିପାଇଁ କେତେକ ଶ୍ୱେତବାମନ ତାରାଙ୍କୁ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀୟ ଆଲୋକମିତି ନିମିତ୍ତ ମୌଳିକ ମାନକ ଭାବେ (Primary standards in spectrophotometry) ନିଆଯାଏ ।

ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରା (Neutron star)

ପୂର୍ବରୁ ଶ୍ୱେତବାମନ ତାରାଙ୍କର ସଂକୋଚନ ବିଚାର କରାଯାଇଛି । ତାରାର ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ୧.୪ ସୌର ବସ୍ତୁତ୍ୱରୁ ଅଧିକ ହେଲେ ତାରାର ସମସ୍ତ ବାହ୍ୟ ମଣ୍ଡଳ ସୁପର୍ନୋଭା ବିସ୍ଫୋଟରେ ଉଡିଯାଏ ଏବଂ ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳ ପ୍ରବଳ ବେଗରେ ସଂକୁଚିତ ହୁଏ । ଏହି ସମୟରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ମାନ ପ୍ରୋଟନ୍‌ରେ ଜାକି ହୋଇ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରନ୍ତି । ଏହି ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ମାନ ଚାର୍ଜ୍ ନିରପେକ୍ଷ ହୋଇଥିବାରୁ ଚାପର ପ୍ରଭାବରେ ପରସ୍ପର ପାଖକୁ ଲାଗି ଆସନ୍ତି । ଅତି ପାଖକୁ ଆସିଗଲେ ସେମାନେ ମଧ୍ୟ ପାଉଲି ଅପବର୍ଜନ ବିଧି ହେତୁ ଅପଭ୍ରଷ୍ଟତା ଚାପ ଉତ୍ପନ୍ନ କରନ୍ତି । ଶେଷକୁ ଏହାହିଁ ମହାକର୍ଷଣ ଚାପକୁ ପ୍ରତିହତ କରେ । ଏହି ସଂତୁଳିତ ଅବସ୍ଥାକୁ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରା କହନ୍ତି । ମୂଳ ତାରାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ୨୦-୨୫ ସୌର ବସ୍ତୁତ୍ୱରୁ ଅଧିକ ହେଲେ ତାହାର ଅବଶେଷ ସୁପର୍ନୋଭା ଅବଶେଷ ନେବୁଲା ଏବଂ ଏକ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରା ହୁଏ ।



ଚିତ୍ର ୬.୩ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରାର ଗଠନ

ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ୧.୪-୩ ସୌର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ମଧ୍ୟରେ ହୋଇଥାଏ । ତେଣୁ କୌଣସି ଅଦୃଶ୍ୟ ପିଣ୍ଡର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ୧.୪ ସୌର ବସ୍ତୁତ୍ୱରୁ କମ୍ ହେଲେ ତାହାକୁ ଶ୍ୱେତବାମନ, ବାଦାମି ବାମନ ବା ଗ୍ରହ ବୋଲି ହିସାବ କରାଯାଏ । ବସ୍ତୁତ୍ୱ ୩ ସୌରବସ୍ତୁତ୍ୱରୁ ଅଧିକ ହେଲେ ତାହାକୁ କୃଷ୍ଣବିବର ବୋଲି ସନ୍ଦେହ କରାହୁଏ । ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରାର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ମାତ୍ର ୧୦-୨୦ କିଲୋମିଟର୍ ବୋଲି ହିସାବ କରାଯାଇଛି । ଏହାର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ବେଗ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ ୧୦୦୦ ବାର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ହେବାର ଦେଖାଯାଇଛି । ଏହି ବେଗ ନବଗଠିତ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରାରେ ହୁଏ । ପୁରୁଣା ହୋଇଗଲେ ଏହାର ବେଗ କମିଯାଏ । ଏହି ବେଗ ମାପ କରି ନ୍ୟୁଟ୍ରନ ତାରାର ବୟସ ମାପ କରିବାର ଉପାୟ ବାହାରିଛି । ସିଙ୍କ୍ରୋଟ୍ରନ ବିକିରଣ ଦ୍ୱାରା ଶକ୍ତି କ୍ଷୟ ଏହି ମନ୍ଦନର କାରଣ । ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରାର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରର ତୀବ୍ରତା ପ୍ରାୟ ୧୦^{୧୨} ଗାଉସ (gauss) । ଏହା ସୂର୍ଯ୍ୟର ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରଠାରୁ ଲକ୍ଷକୋଟି ଗୁଣ ବେଶି । ଏହାର ପୃଷ୍ଠ ତାପମାତ୍ରା ପ୍ରାୟ ୧୦ଲକ୍ଷ ଡିଗ୍ରୀ କେଲ୍‌ଭିନ୍, (ସୂର୍ଯ୍ୟର ପୃଷ୍ଠ ତାପମାତ୍ରା-୫୮୦୦ ଡିଗ୍ରୀ କେଲ୍‌ଭିନ୍) । ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରାର ପୃଷ୍ଠ ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ତ୍ୱରଣ ପୃଥିବୀର ପୃଷ୍ଠ ତ୍ୱରଣରୁ ୨୦,୦୦୦କୋଟି ଗୁଣ ବେଶି ଏବଂ ନିର୍ଗମ ବେଗ ଆଲୋକ ବେଗର ଅଧା । ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠରେ ନିର୍ଗମ ବେଗ ମାତ୍ର୧୧ କିଲୋମିଟର୍ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡ । ଅତି ଉଚ୍ଚ ତାପମାତ୍ରା ହେତୁ ଅଧିକତମ ବିକିରଣ ହୁଏ ୩ ନାନୋମିଟର୍ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟରେ । ଏହା ଏକ୍ସ ରଶ୍ମି ଭାଗରେ ପଡେ ।

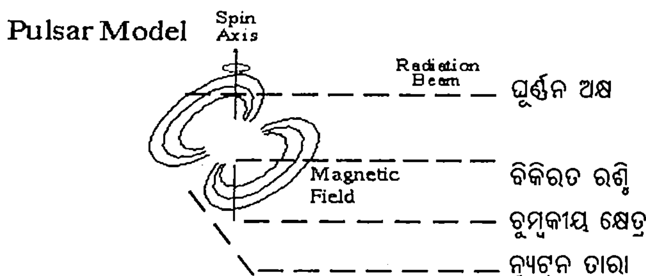
ଆବିଷ୍କାର

୧୯୩୨ମସୀହାରେ ରୁଷିୟ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଲାଣ୍ଡାଉ (Landau) ତାତ୍ତ୍ୱିକ ଦୃଷ୍ଟିରୁ ଏପରି ତାରାର ସମ୍ଭାବ୍ୟତା ବିଷୟ ପ୍ରକାଶ କରିଥିଲେ । ପରେ ୧୯୩୪ରେ କାଲିଫର୍ଣ୍ଣିଆର ଜୁଇକି ଏବଂ ବାଡେ (Zwicky and Baade) ଏହାର ସମ୍ଭାବ୍ୟତା ଦେଖାଇଲେ । ୧୯୬୭ରେ ଇଂଲଣ୍ଡର ଜର୍ଡେଲ୍ ବ୍ୟାଙ୍କ୍ ରେଡିଓ ଦୂରବୀକ୍ଷଣରେ କାର୍ଯ୍ୟରତ ଦୁଇଜଣ ବୈଜ୍ଞାନିକ ହିୱିସ୍ ଏବଂ ଜୋସ୍‌ଲିନ୍ ବେଲ୍ (Hewish and Jocelyn Bell) ଏକ ଅଦ୍ଭୁତ ପ୍ରକାର ସଂକେତ ଦେଖିବାକୁ ପାଇଲେ । ଏହି ସଂକେତ ଏକ ସ୍ପନ୍ଦନମାଳା (series of pulses) ଆକାରରେ ଥିଲା । ଦୁଇ ସ୍ପନ୍ଦନର ମଧ୍ୟାବଧି ସମାନ ଥିଲା । ସେମାନେ ସମସ୍ତ ପାର୍ଥିବ କାରଣର ଅନୁଧ୍ୟାନ କରି ବୁଝି ପାରିଲେ ଯେ ଏହା ମହାକାଶରୁ ଆସୁଛି । ପ୍ରଥମେ ଏହାକୁ ଅନ୍ୟ ସଭ୍ୟତାରୁ ଆଗତ ସଂକେତ ବୋଲି ମନେ କରା ହୋଇ ସେମାନଙ୍କୁ କୁନି ସବୁଜ ମଣିଷ (Little green men) ଆଖ୍ୟା ଦିଆଗଲା । ପୃଥିବୀର ବିଭିନ୍ନ ରେଡିଓ ଦୂରବୀକ୍ଷଣ ମାନମନ୍ଦିରରେ ତନାଘନା ଖୋଜା ଚାଲିଲା ଏବଂ ଆହୁରି ଏପରି ଅନେକ ରେଡିଓ

ଉତ୍ସର ସନ୍ଧାନ ମିଳିଲା । ତାପରେ କୌଣସି ଏକ ନୈସର୍ଗିକ କାରଣ ଖୋଜା ଲାଗିଲା । ଏ ପ୍ରକାର ଉତ୍ସମାନଙ୍କର ନାମ ଦିଆଗଲା ପଲ୍ସାର୍ (Pulsar) । ଏହାପରେ ଏହି ପଲ୍ସାର୍‌ମାନଙ୍କୁ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରା ସହ ଚିହ୍ନଟ କରାଗଲା ।

ପଲ୍ସାରର ତାତ୍ତ୍ୱିକ ଦିଗନ୍ତ

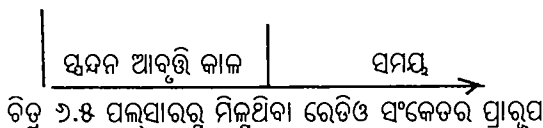
ପଲ୍ସାର୍‌ସବୁ ପ୍ରବଳ ବେଗରେ ଘୁରୁଥିବା ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରା (ଚିତ୍ର ୬.୪ ।



ଚିତ୍ର ୬.୪ ପଲ୍ସାର୍‌ର ତାତ୍ତ୍ୱିକ ଦିଗନ୍ତ

ପଲ୍ସାର୍‌ମାନଙ୍କର ଏକ ବିଶିଷ୍ଟ ଲକ୍ଷଣ ହେଲା ସେମାନଙ୍କ ସ୍ପନ୍ଦର ଆବୃତ୍ତି କାଳ ବା ଦୁଇ ସ୍ପନ୍ଦ ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ସମୟ ସମାନ (ଚିତ୍ର ୬.୫) । ଏଥିରେ ସାମାନ୍ୟ ତାରତମ୍ୟର ପରିମାଣ ଅତି ନଗଣ୍ୟ । ଦ୍ୱିତୀୟରେ ସେମାନଙ୍କ ଉତ୍ପତ୍ତି ସ୍ଥଳ ଏକ ଅତି ସୀମିତ ସ୍ଥାନ । ପ୍ରଚଳିତ ବିବରଣ ଅନୁସାରେ ଏହି ରେଡିଓ ତରଙ୍ଗର ଉତ୍ସ ଏକ ଅତି ବେଗରେ ଘୁରୁଥିବା ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରା । ଏହାର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସବୁ ପ୍ରବଳ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ ତାଡିତ ହୋଇ ଚୁମ୍ବକୀୟ ମେରୁ ଦିଗକୁ ଗତି କରନ୍ତି ଏବଂ ସେଠାରୁ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ରେଡିଓ ତରଙ୍ଗ ବିକିରଣ କରନ୍ତି । ଏହି ରଶ୍ମି ତାରା ସହ ସମବେଗରେ ଘୁରେ । ତେଣୁ ସ୍ପନ୍ଦନର ଆବୃତ୍ତି କାଳ ତାରାର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଆବୃତ୍ତି କାଳ ସହ ସମାନ । ଏହି ସ୍ପନ୍ଦନ ଆବୃତ୍ତି କାଳ କେତେ ମିଲିସେକେଣ୍ଡରୁ କେତେ ସେକେଣ୍ଡ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ହୋଇପାରେ ଏବଂ ଏହାହିଁ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରାର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ବେଗ । ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରାର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଅକ୍ଷ ଏବଂ ଚୁମ୍ବକୀୟ ଅକ୍ଷ ସମାନ ନୁହେଁ । ତେଣୁ ଚୁମ୍ବକୀୟ ମେରୁରୁ ନିର୍ଗତ ରେଡିଓ ରଶ୍ମି ଏକ କୋନ୍ ଆକାରରେ ଘୁରୁଥାଏ । ରେଡିଓ ରଶ୍ମି ଅତି ସରୁ ଏବଂ ଯେଉଁ ରଶ୍ମିଟି

ଆମ ଆଡକୁ ମୁହାଁଇଛି ଆମେ କେବଳ ତାହାକୁ ହିଁ ଦେଖିପାରିବା । ଏହାକୁ ବତୀଘର ପ୍ରଭାବ Light-house effect) କହନ୍ତି ।



ଚିତ୍ର ୬.୫ ପଲ୍ସାରରୁ ମିଳୁଥିବା ରେଡିଓ ସଂକେତର ପ୍ରାରୂପ

ବତୀଘରର ଆଲୁଅ ଚାରି ଆଡକୁ ଘୂରୁଥାଏ, ଆମ ଆଡକୁ ମୁହାଁଇଲେ ଆମେ ତାକୁ ଦେଖିପାରୁ । ଏହାହିଁ ପଲ୍ସାର ବିଷୟକ ତାତ୍ତ୍ୱିକ ନିଷ୍କର୍ଷ ।

ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରାର ଅନ୍ୟ କେତେକ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ରହିଛି । ଅତି ଉଚ୍ଚ ତାପମାତ୍ରା ହେତୁ ସେଥିରୁ ପ୍ରଚୁର ଏକ୍ସ ରଶ୍ମି ବାହାରିବା ଉଚିତ୍। ତାଛଡା ପ୍ରବଳ ମହାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ର ହେତୁ ଏହାର ଆଖପାଖରେ ଥିବା ଚାର୍ଜିତ କଣିକାମାନ ପ୍ରାୟ ଆଲୋକ ବେଗରେ ଗତି କରନ୍ତି । ଏଥିରୁ ଉତ୍ପନ୍ନ ସିଙ୍କ୍ରୋଟନ୍ ବିକିରଣ (Synchrotron radiation) ବର୍ଣ୍ଣାଳିର ଏକ୍ସ ରଶ୍ମି ଭାଗରେ ପଡେ । ଏହି ଦୁଇ କାରଣରୁ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରାମାନେ ଏକ୍ସ ରଶ୍ମିର ଉତ୍ସ ଅଟନ୍ତି । ଉପଗ୍ରହସ୍ଥିତ ଏକ୍ସ ରଶ୍ମି ଦୂରବୀକ୍ଷଣମାନ ଏପରି ବହୁ ଏକ୍ସ ରଶ୍ମି ଉତ୍ସ ଆବିଷ୍କାର କରିଛନ୍ତି ଏବଂ ପଲ୍ସାର୍‌ମାନଙ୍କ ସହ ସେମାନଙ୍କ ସଂପର୍କ ସ୍ଥାପିତ ହୋଇଛି । କେତେକ ଏକ୍ସ ରଶ୍ମି ପଲ୍ସାର ମଧ୍ୟ ଆବିଷ୍କୃତ ହୋଇଛନ୍ତି । ଏହିସବୁ ଏକ୍ସ ରେ ଉତ୍ସ ସୁପର୍ନୋଭା ଅବଶେଷ ନେବୁଲାମାନଙ୍କରେ ବି ଦେଖାଯାନ୍ତି । ସର୍ବୋପରି କେତେକ ପଲ୍ସାର ଦୃଶ୍ୟାଲୋକରେ ଦେଖା ଗଲେଣି । ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କ୍ରାବ୍ ନେବୁଲା ସ୍ଥିତ ପଲ୍ସାର୍ ଅନ୍ୟତମ । ଆମ ଗାଲାକ୍ସିରେ ହାରାହାରି ୩୦୦ ବର୍ଷରେ ଥରେ ଗୋଟିଏ ସୁପର୍ନୋଭା ବିସ୍ଫୋଟ ହୁଏ, ଏହି ହିସାବରେ କେତେ କୋଟି ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରା ଆମ ଗାଲାକ୍ସିରେ ଥିବା କଥା, ମାତ୍ର ଆମେ ଏ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ମାତ୍ର ୬୦୦ ଗୋଟି ଆବିଷ୍କାର କରିପାରିଛୁ । ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରା ଆବିଷ୍କାରର ଅନ୍ୟ ଏକ ଉପାୟ ହେଲା ଯୁଗ୍ମତାରା (Binary star)ର ଗତି । ଏକ ଯୁଗ୍ମତାରା ତନ୍ତ୍ରରେ ଗୋଟିଏ ତାରା ଅଦୃଶ୍ୟ ହେଲେ ବି ତାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ନିମ୍ନସୀମା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୋଇପାରେ ଏବଂ ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ୧.୪ ସୌର ବସ୍ତୁତ୍ୱରୁ ବେଶି ହେଲେ ତାହାକୁ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରା ଭାବେ ଚିହ୍ନଟ କରାଯାଏ ।

ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରାର ପ୍ରଧାନ ଲକ୍ଷଣ ହେଲା ପଲ୍ସାର୍ ତରଙ୍ଗମାଳା । ଏହି ତରଙ୍ଗର ପଥରେ ଅନ୍ୟ କୌଣସ ପିଣ୍ଡ ଆସିଗଲେ ତାହାର ଗତିରୋଧ ହୁଏ ଠିକ୍ ଉପରାଗୀ ଯୁଗ୍ମ ତାରା ପରି । ଏହାର

ସୂକ୍ଷ୍ମ ମାପରୁ ଉଭୟ ତାରାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ, କକ୍ଷ ଏବଂ କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ତାରାର ଆକାର ବି ହିସାବ କରି ହୁଏ । ଏହି ପଦ୍ଧତି ବ୍ୟବହାର କରି ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରାର ପରିକ୍ରମାକାରୀ ଗ୍ରହମାନଙ୍କର ଠାବ କରା ଯାଇ ପାରିଛି । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ PSR 1257 +12 ନାମକ ପଲ୍‌ସାର୍‌ର ତିନିଟି ଗ୍ରହ ଆବିଷ୍କୃତ ହୋଇଛନ୍ତି । ନିମ୍ନ ସାରଣୀରେ ତାହାର ବର୍ଣ୍ଣନା ଦ୍ରଷ୍ଟବ୍ୟ ।

ସାରଣୀ ୬.୧ ପଲ୍‌ସାର୍ ପରିକ୍ରମାକାରୀ ଗ୍ରହ

ଗ୍ରହ (ପୃଥିବୀ ବସ୍ତୁତ୍ୱରେ)	ବସ୍ତୁତ୍ୱ, (AU)	ତାରାରୁ ଦୂରତ୍ୱ (ଦିନ)	ପରିକ୍ରମା କାଳ,
A	୦.୦୧୫	୦.୧୯	୨୫.୩୪
B	୩.୪	୦.୩୬	୬୬.୫୪
C	୨.୮	୦.୪୭	୯୮.୨୨

ଉପରୋକ୍ତ ଉଦାହରଣରୁ ଦେଖାଯିବ ଯେ ପୃଥିବୀଠାରୁ ସାନ ଗ୍ରହର ଆବିଷ୍କାର ଏହି ପଦ୍ଧତିରେ ସମ୍ଭବ । ଅନ୍ୟ ଏକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଆବିଷ୍କୃତ ଗ୍ରହଟି ବୃହସ୍ପତି ବସ୍ତୁତ୍ୱର ୧୦ ଗୁଣରୁ ସାମାନ୍ୟ କମ୍, କକ୍ଷର ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ପ୍ରାୟ ୨୦ AU ଏବଂ ପରିକ୍ରମା କାଳ ପ୍ରାୟ ୧୦୦ବର୍ଷ । ଏଥିରୁ ଜଣାଯାଏ ଯେ ଏହି ପଦ୍ଧତି ଅନ୍ୟ ପ୍ରଚଳିତ ପଦ୍ଧତିରୁ ଅଧିକ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଏବଂ ଏହାର ପରିସର ଅଧିକ ବ୍ୟାପକ ।

କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଦୁଇଟି ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରା ପରସ୍ପରର ପରିକ୍ରମା କରିବାର ଦେଖାଯାଏ । କେବଳ ଉଭୟ ତାରାର ସ୍ପନ୍ଦନ ମାଳା ଆମ ପାଖରେ ପହଞ୍ଚିଲେ ଆମେ ଏମାନଙ୍କୁ ଦେଖିପାରିବା । ଏମାନଙ୍କ ଗତିର ସୂକ୍ଷ୍ମ ଅନୁଧ୍ୟାନରୁ ଜଣାଯାଏ ଯେ ଏହି ଗତିର ବେଗ ହ୍ରାସ ପାଉଛି । ସାଧାରଣ ଆପେକ୍ଷିକ ତତ୍ତ୍ୱର ଗଣନାରୁ ମହାକର୍ଷଣୀୟ ତରଙ୍ଗର (Gravitational wave) ବିକିରଣ ହେତୁ ଶକ୍ତିର ଅପଚୟ ଘଟି ଏପରି ହେବାର ସମ୍ଭାବନା ଅଛି । ଏହା କେବଳ ଅତି ତୀବ୍ର ମହାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଜଣାପଡେ ଏବଂ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରାର ନିକଟରେ ଏପରି କ୍ଷେତ୍ର ରହିଛି । ମହାକର୍ଷଣୀୟ ତରଙ୍ଗର ଆବିଷ୍କାର ଏବେ ବି ଆମ ଦକ୍ଷତାର ବାହାରେ, ମାତ୍ର ଉକ୍ତ ପ୍ରଭାବକୁ ତାହାର ଏକ ପରୋକ୍ଷ ପ୍ରମାଣ 'ଭାବେ ଗ୍ରହଣ କରାଯାଏ ।

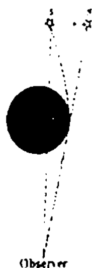
କୃଷ୍ଣ ବିବର (Black hole)

ତାରାର ଅବଶେଷର ଅବସ୍ଥା ତାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ବୋଲି ପୂର୍ବରୁ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଉକ୍ତ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ୧.୪ ସୌର ବସ୍ତୁତ୍ୱରୁ କମ୍ ହେଲେ ତାହା ଶ୍ୱେତବାମନ ଏବଂ ସେଥିରୁ ଅଧିକ ହେଲେ

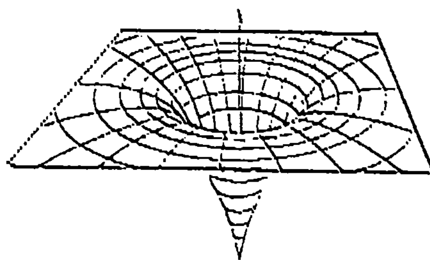
ତାହା ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରାରେ ପରିଣତ ହୋଇଯାଏ । ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ର ଅପଭ୍ରଷ୍ଟତା ଚାପ ମହାକର୍ଷଣ ଜନିତ ସଂକୋଚନକୁ ପ୍ରତିରୋଧ କରିପାରେ । ଏହାର ଏକ ସୀମା ଅଛି । ଅବଶେଷର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ୩ ସୌର ବସ୍ତୁତ୍ୱରୁ ଅଧିକ ହେଲେ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍‌ର ଅପଭ୍ରଷ୍ଟତା ଚାପ ହାରିଯାଏ । ମହାକର୍ଷଣୀୟ ସଂକୋଚନକୁ ରୋକିବାକୁ ଆଉ କୌଣସି ଉପାୟ ନଥାଏ ଏବଂ ତାହା ଅବାଧ ଗତିରେ ଚାଲେ । ଶେଷକୁ ତାହାର ଆକାର କ୍ଷୁଦ୍ରାଦପି କ୍ଷୁଦ୍ର ($\rightarrow 0$). ଏବଂ ତାହାର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଅନନ୍ତ ($\rightarrow \infty$) ହୋଇଯାଏ । ଏହାକୁ ବିଶିଷ୍ଟ ବିନ୍ଦୁ (Singularity) କହନ୍ତି । ସେଠାରେ ବସ୍ତୁର ଭୌତିକ ଅବସ୍ଥା କିପରି ହୁଏ ତାହା ଜଣାନାହିଁ । ମାତ୍ର ତାହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅକ୍ଷୁଣ୍ଣ ରହେ ଏବଂ ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ପୂର୍ବପରି ଥାଏ । ଏହାର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ଅଞ୍ଚଳରେ ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ଏତେ ପ୍ରବଳ ହୁଏ ଯେ ନିଉଟନୀୟ ସୂତ୍ର ଆଦୌ କାମ କରେନାହିଁ । ସେ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍‌ଙ୍କ ପ୍ରଣୀତ ସାଧାରଣ ଆପେକ୍ଷିକ ତତ୍ତ୍ୱର ସାହାଯ୍ୟ ନେବାକୁ ହୁଏ ।

ସାଧାରଣ ଆପେକ୍ଷିକ ତତ୍ତ୍ୱ (General theory of relativity)

ବିଶ୍ୱର ସମସ୍ତ ଘଟଣାବଳି ଏକ ଚତୁର୍ବିମିତିକ (Four dimensional) ବିଶ୍ୱରେ ଘଟେ । ଏଥିରୁ ତିନିଟି, ସ୍ଥାନ ସହ ସଂପୃକ୍ତ, ଯଥା ଆଗ ପଛ, ବାଁ ଡାହାଣ ଏବଂ ତଳ ଉପର । ଅନ୍ୟଟି ସମୟ । କୌଣସି ସ୍ଥାନରେ ବସ୍ତୁ ନ ଥିଲେ ଏହି ଦିଗମାନଙ୍କୁ ଚିହ୍ନିତ କରିବା ରେଖାମାନ ସରଳ ରେଖା ହୁଅନ୍ତି । ବସ୍ତୁର ଆଖପାଖରେ ଏହି ରେଖାମାନ ବିରୂପ ହୋଇଯାନ୍ତି ଏବଂ ଆମେ ଏକ ଆକର୍ଷଣ ଅନୁଭବ କରୁ । ଏହାହିଁ ମହାକର୍ଷଣ ବଳ । ନିଉଟନ୍ ମହାକର୍ଷଣ ବଳର ସୂତ୍ର ଦେଇ କହିଥିଲେ ଯେ ଏହି ବଳ ଉକ୍ତ ସୂତ୍ର ଦ୍ୱାରା ହିସାବ କରିହେବ, ମାତ୍ର ଏହା କିପରି କାର୍ଯ୍ୟକାରୀ ହେଉଛି ସେ ଜାଣି ନ ଥିବା ସ୍ୱୀକାର କରିଛନ୍ତି । ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍ ଏହାର ସ୍ୱରୂପ ପ୍ରକାଶ କଲେ ଏହି ବିରୂପଣ ମାଧ୍ୟମରେ । ଚିତ୍ର୬.୬)



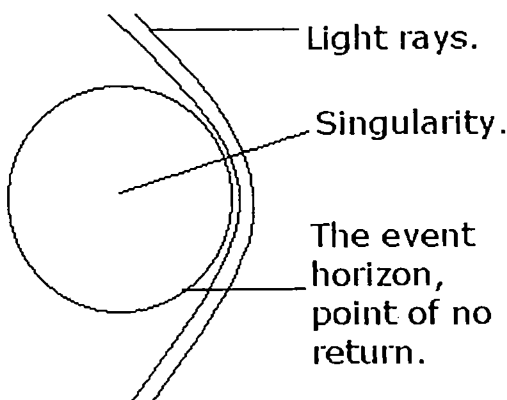
ସୂର୍ଯ୍ୟ ନିକଟରେ ଆଲୋକର ପଥ



କୃଷ୍ଣବିବର ନିକଟରେ ସ୍ଥାନକାଳର ବିରୂପଣ

ଚିତ୍ର ୬.୬ ସାଧାରଣ ଆପେକ୍ଷିକ ତତ୍ତ୍ୱ ବର୍ଣ୍ଣିତ ପ୍ରଭାବ

ସାଧାରଣତଃ ଆଲୋକ ସରଳ ରେଖାରେ ଗତି କରେ,ମାତ୍ର ମହାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସ୍ଥାନକାଳର ବିରୂପଣ ହେତୁ ତାହା ବଙ୍କେଇ ଯାଏ । ୧୯୧୯ମସୀହାରେ ଏକ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ସୂର୍ଯ୍ୟୋପରାଗ କାଳରେ ପ୍ରଖ୍ୟାତ ଇଂରେଜ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀ ଏଡିଙ୍ଗ୍‌ଟନ୍ ଏହା ପ୍ରମାଣ କରିଥିଲେ । ପରବର୍ତ୍ତୀ କାଳରେ ଏହି ବିଧିରେ ମହାକର୍ଷଣୀୟ ଲେନ୍‌ସ୍ ପ୍ରଭାବ ଆବିଷ୍କୃତ ହୋଇଛି । ବହୁଦୂରରୁ ଆସୁଥିବା ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ପ୍ରବଳ ମହାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଆସିଲା ବେଳେ ତାହାର ପଥ ବଙ୍କା ହୋଇଯାଇ ଏହି ପ୍ରଭାବ ପ୍ରକଟ କରେ । କୃଷ୍ଣବିବରର ମହାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ର ଏତେ ପ୍ରବଳ ଯେ ଆଲୋକ ରଶ୍ମି ଏହା ଭିତରୁ ବାହାରି ପାରେ ନାହିଁ । ସେଥିପାଇଁ ଏହାକୁ କୃଷ୍ଣବିବର କୁହାଯାଏ । ବିଶିଷ୍ଟ ବିନ୍ଦୁରୁ ($R=2GM/c^2$) ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସ୍ଥାନରୁ ଆଲୋକ ପଦାକୁ ଆସିପାରେ ନାହିଁ । ଏହି ଦୂରତାକୁ ସ୍ୱାର୍ଟସ୍‌ଚାଇଲ୍‌ଡ୍ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ(Swarzchild radius) କହନ୍ତି । ଏଠାରେ G, M, c ଯଥାକ୍ରମେ ମହାକର୍ଷଣୀୟ ଧ୍ରୁବାଙ୍କ, ବିଶିଷ୍ଟ ବିନ୍ଦୁର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଏବଂ ମହାଶୂନ୍ୟରେ ଆଲୋକର ବେଗ । ଏଠାରେ ନିର୍ଗମ ବେଗ ଆଲୋକର ବେଗ ସହ ସମାନ । ଅନ୍ୟ କୌଣସି ବସ୍ତୁ ବା ପ୍ରଭାବ ଆଲୋକର ବେଗଠାରୁ ଅଧିକ ବେଗରେ ଗତି କରିପାରେ ନାହିଁ, ଏହା ଆପେକ୍ଷିକ ତତ୍ତ୍ୱର ଏକ ମୌଳିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ । ତେଣୁ ଏହା ଭିତରୁ କୌଣସି ପ୍ରକାର ସଂକେତ ଆସିବା ଅସମ୍ଭବ । ଏହି କାରଣରୁ ଉକ୍ତ ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧକୁ ଘଟଣା ଦିଗନ୍ତ (Event horizon) କୁହାଯାଏ । ପୃଥିବୀ ପାଇଁ ଏହାର ପରିମାଣ ୮ ମିଲିମିଟର୍ । ସାରା ପୃଥିବୀର ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ମାତ୍ର ୮ମି.ମି. ବ୍ୟାସାର୍ଦ୍ଧ ବିଶିଷ୍ଟ ଏକ ଗୋଳମଧ୍ୟରେ ସୀମାବଦ୍ଧ କଲେ ତାହା ଏକ କୃଷ୍ଣବିବରରେ ହୋଇଯାଏ । ସୂର୍ଯ୍ୟ ପାଇଁ ଏହି ଦୂରତା ୧.୧ କିଲୋମିଟର ।



ଚିତ୍ର ୬.୭ କୃଷ୍ଣ ବିବର ନିକଟରେ ଆଲୋକର ଗତିପଥ

ଅନେକ କାଳ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କୃଷ୍ଣବିବରକୁ ଦେଖି ପାରିବା ଅସମ୍ଭବ ମନେ ହେଉଥିଲା । ଏହା ଏକ ପ୍ରକାର ତାରାବଶେଷର ତାତ୍ତ୍ୱିକବର୍ଣ୍ଣନା ମାତ୍ର ବୋଲି ମନେ କରା ଯାଉଥିଲା । ଏବେ ସନ୍ଦେହ କରାଯାଉଛି ଯେ ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କ କେନ୍ଦ୍ରରେ ଅତି ପ୍ରକାଣ୍ଡକାୟ କୃଷ୍ଣ ବିବରମାନ ଅଛି । ଏମାନଙ୍କର ବସ୍ତୁତ୍ୱ କୋଟି ସୂର୍ଯ୍ୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସହ ସମାନ । ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କର ମହାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ରର ଏକ ବିଶେଷ ଭାଗ ଏମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ହୁଏ । ଏମାନଙ୍କ ଉଦ୍ଭବ ଗାଲାକ୍ସିର ସୃଷ୍ଟି କାଳରେହିଁ ହୋଇଥିଲା । କିପରି ହେଲା ତାହା କେବଳ କଳ୍ପନାର ବିଷୟ ବସ୍ତୁ ।



ଚିତ୍ର ୬.୮ ଗାଲାକ୍ସି ଏନ୍.ଜି.ସି ୪୨୬୧ର ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରେ ସ୍ଥିତ କୃଷ୍ଣ ବିବର

କୃଷ୍ଣ ବିବରରୁ ଆଲୋକ ନ ଆସିଲେ ବି ଏହାର ମହାକର୍ଷଣ ବାହାରେ ଅନୁଭୂତ ହୁଏ । ଧରନ୍ତୁ ଏକ ଯୁଗ୍ମତାରାରୁ ମାତ୍ର ଗୋଟିଏ ଦେଖାଯାଉଛି । ତାହାର ଗତିର ଅନୁଧ୍ୟାନ କରି ଅଦୃଶ୍ୟ ସାଥୀର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ନିମ୍ନସୀମା ଆକଳନ କରିହେବ । ଏଥିପାଇଁ କେବଳ କେପ୍ଲରଙ୍କ ନିୟମର ସଂଶୋଧିତ ରୂପ ଆବଶ୍ୟକ । ଯଦି ଏହି ବସ୍ତୁତ୍ୱ ୩ ସୌର ବସ୍ତୁତ୍ୱରୁ ଅଧିକ ହୁଏ ତେବେ ତାହା ଏକ କୃଷ୍ଣ ବିବର ହୋଇଥିବାର ସନ୍ଦେହ କରାଯାଏ । ଦ୍ୱିତୀୟରେ ଏହି ପ୍ରବଳ ମହାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏକ ପ୍ରକାର ରଶ୍ମି ବାହାରେ. ଏହାକୁ ସିଙ୍କ୍ରୋଟ୍ରନ୍ ବିକିରଣ କହନ୍ତି । ଏହି ହେତୁରୁ କୃଷ୍ଣବିବରମାନ ପ୍ରଚୁର ଏକ୍ସ୍ ରଶ୍ମିର ଉତ୍ସ ହୁଅନ୍ତି । କୃଷ୍ଣ ବିବର ଠାବ କରିବାର ଏହା ଅନ୍ୟତମ ଉପାୟ । ଏହିପରି ଏକ ତାରା ଦେଖାଯାଇଛି. ଏହାର ନାମ Cygnus X-1 ଏହାର ଅର୍ଥ ସିଗ୍ନସ୍ ମଣ୍ଡଳର ପ୍ରଥମ ଏକ୍ସ୍ ରଶ୍ମି ଉତ୍ସ । ଉତ୍ତର ଆକାଶରେ

ହଂସ ପରି ଦେଖା ଯାଉଥିବା ଏକ ତାରାପୁଞ୍ଜର ନାମ ସିଗ୍ନସ୍ । ଭାରତୀୟ ଭାଷାରେ ଏହାକୁ ମରାଳ ମଣ୍ଡଳ କହନ୍ତି ।



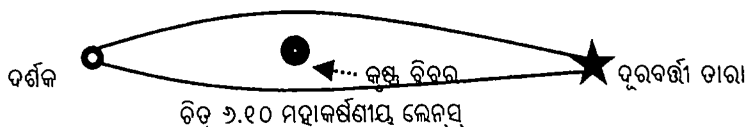
ଚିତ୍ର ୬.୯ ସିଗ୍ନସ୍ ଏକ୍ସ୍ ୧ କୃଷ୍ଣ ବିବର ପ୍ରାର୍ଥୀ

ଦୃଶ୍ୟତାରାର ଗତିରୁ ଅଦୃଶ୍ୟ ସାଥୀର ନିର୍ଣ୍ଣୀତ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ୩ ସୌରବସ୍ତୁତ୍ୱରୁ ଅଧିକ ହେଲେ ତାହାକୁ କୃଷ୍ଣବିବର ହୋଇଥିବାର ସନ୍ଦେହ କରାଯାଏ । ଉପରନ୍ତୁ ତାହା ଯଦି ଏକ୍ସ୍ ରେର ଉତ୍ସ ହୋଇଥାଏ ତାହାହେଲେ ସନ୍ଦେହ ଆହୁରି ଦୃଢ ହୁଏ । ଅନ୍ୟାନ୍ୟ କେତେକ ପ୍ରମୁଖ କୃଷ୍ଣ ବିବର ପ୍ରାର୍ଥୀଙ୍କର ପରିଚୟ ତଳେ ଦିଆଗଲା. ।

ତାରାର ନାମ -	HDE 226868	AO 620	V404
ବସ୍ତୁତ୍ୱ (ସୌର ବସ୍ତୁତ୍ୱ)	>୧୦	୩.୫	

କୃଷ୍ଣ ବିବର ବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ପ୍ରବଳ ମହାକର୍ଷଣୀୟ କ୍ଷେତ୍ରକୁ ଜାଣିବାର ଅନ୍ୟ ଏକ ଉପାୟ ହେଲା ମହାକର୍ଷଣୀୟ ଲେନ୍ସ୍ ପ୍ରଭାବ । ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ କୌଣସି ତାରା ବା ଗାଲାକ୍ସିରୁ ଆଗତ ଆଲୋକ ରେଖାମାନ ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ମହାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବଙ୍କା ହୋଇଯାଇ ପୁଣି ମିଳିତ ହୁଅନ୍ତି । ତାରା ବା ଗାଲାକ୍ସିଟି ସାଧାରଣ ଅପେକ୍ଷା ଅଧିକ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ଦିଶେ ।

ବକ୍ର ଆଲୋକ ରେଖା

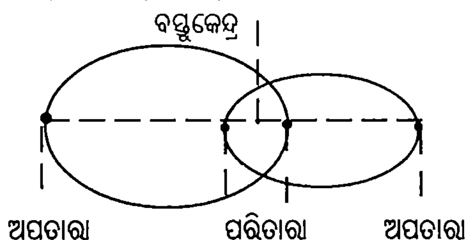


ଚିତ୍ର ୬.୧୦ ମହାକର୍ଷଣୀୟ ଲେନ୍ସ୍

କୃଷ୍ଣ ବିବରକୁ ଦେଖିବାର ଅନ୍ୟ ଏକ ଉପାୟ ହେଲା ମହାକର୍ଷଣ ତରଙ୍ଗ । ପ୍ରବଳ ମହାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ରରୁ ଏପରି ତରଙ୍ଗର ଉତ୍ପତ୍ତି ସାଧାରଣ ଆପେକ୍ଷିକ ତତ୍ତ୍ୱର ଏକ ମୌଳିକ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ । ମାତ୍ର ଏହି ତରଙ୍ଗର ସଂଗ୍ରହଣ ଏବେ ଆମ ଦକ୍ଷତାର ବାହାରେ । ଚନ୍ଦ୍ର ଏକ୍ସ୍ ରେ ମାନମନ୍ଦିର ୨୦୦୨ମସୀହାରେ NGC 6240 ଗାଲାକ୍ସିରେ ଏକ ଯୁଗ୍ମତାରା ତନ୍ତ୍ର ଆବିଷ୍କାର କଲା । ଏଥିରେ ଉଭୟ ତାରା କୃଷ୍ଣବିବର । ପ୍ରତ୍ୟେକର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସୂର୍ଯ୍ୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ୧୦ କୋଟି ଗୁଣ, ପରସ୍ପରର ଦୂରତା ୩୦୦୦ ଆଲୋକ ବର୍ଷ , ଏବଂ ପରିକ୍ରମା ବେଗ ୩୫,୪୧୫ କି.ମି. ପ୍ରତି ଘଣ୍ଟା । ଏହି ବେଗ କ୍ରମେ ବଢୁଛି ଏବଂ ଦୂରତା କମିବାରେ ଲାଗିଛି । ପ୍ରାୟ ୧୦ କୋଟି ବର୍ଷ ପରେ ଏକ ପ୍ରଚଣ୍ଡ ସଂଘର୍ଷରେ ଦୁହେଁ ନଷ୍ଟ ହୋଇଯିବାର ହିସାବ କରାଯାଇଛି ।

ଯୁଗ୍ମତାରା

ଅନେକ ସ୍ଥାନରେ ଦୁଇଟି ତାରା ବହୁତ ପାଖରେ ଦେଖାଯାନ୍ତି । ଅନେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହା ଏକ ଦୃଷ୍ଟିଭ୍ରମ ମାତ୍ର । ବହୁ ଦୂରରେ ଥିବା ଦୁଇଟି ତାରା ଏକା ଦିଗରେ ଥିବାରୁ ଏପରି ଦିଶେ । ମାତ୍ର ବହୁ କ୍ଷେତ୍ରରେ ତାରା ଦୁଇଟି ଏକା ଦୂରରେ ଏବଂ ପରସ୍ପର ସହ ମହାକର୍ଷଣ ବଳରେ ବାନ୍ଧି ହୋଇଥାନ୍ତି । ଏମାନଙ୍କୁ ଯୁଗ୍ମତାରା (Binary star) କୁହାଯାଏ । ତାରା ଦୁଇଟି ଉଭୟଙ୍କର ବସ୍ତୁକେନ୍ଦ୍ର (Centre of mass) ଚାରିପଟେ ଉପବୃତ୍ତାକାର କକ୍ଷରେ ପରିକ୍ରମା କରନ୍ତି । କେପ୍ଲରଙ୍କ ନିୟମମାନ ଏମାନଙ୍କ ପ୍ରତି ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ ଏବଂ ସେହି ଉପାୟରେ ସେମାନଙ୍କର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିରୂପଣ କରାଯାଏ । ତାରାମାନଙ୍କ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିରୂପଣର ଏହା ଏକମାତ୍ର ଉପାୟ । ଏହିଥିରୁ ହିଁ ବସ୍ତୁତ୍ୱ-ଦୀପ୍ତି ନିୟମର ସତ୍ୟାପନ ସମ୍ଭବ ହୋଇ ପାରିଛି । ତାଛଡା, ଅନ୍ୟ ବହୁ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ କ୍ଷେତ୍ର, ଯଥା ଶ୍ୱେତ ବାମନ, ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରା ଏବଂ କୃଷ୍ଣବିବର ଖୋଜିବାରେ ଏହାର ପ୍ରଭୂତ ବ୍ୟବହାର ହୁଏ । ଏଥି ନିମିତ୍ତ ଯୁଗ୍ମତାରାମାନଙ୍କର ଅଧ୍ୟୟନ ଅତି ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ । ଆମେ ଦେଖୁଥିବା ତାରାମାନଙ୍କମଧ୍ୟରୁ ପ୍ରାୟ ଅଧା ଯୁଗ୍ମତାରା । ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଅନେକ ଜଣାଶୁଣା ତାରା ଅଛନ୍ତି,ଯଥା- ଧ୍ରୁବ(Polaris), ବଶିଷ୍ଠ(Mizar), ଅଭିଜିତ୍ (Vega), ଜ୍ୟେଷ୍ଠା (Antares), ବ୍ୟାଧ (Sirius) ଆଦି ।



ଚିତ୍ର ୭.୧ ଯୁଗ୍ମତାରାର କକ୍ଷ

ଉଭୟ ତାରାଙ୍କର ପରିକ୍ରମା ଆବୃତ୍ତି କାଳ ସମାନ (Period=P) । ସେମାନଙ୍କ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଓ ଦୀର୍ଘ ଅକ୍ଷାର୍ଦ୍ଧ ଯଥାକ୍ରମେ m_1, m_2, a_1 ଏବଂ a_2 । ବସ୍ତୁକେନ୍ଦ୍ରରେ ଆପାତ ବସ୍ତୁତ୍ୱ $m=m_1+m_2$ । ବସ୍ତୁ କେନ୍ଦ୍ରରୁ ତାରାଦ୍ୱୟର ଦୂରତ୍ୱ r_1, r_2 ହେଲେ ($m_1r_1=m_2r_2$) । ତାରାଦ୍ୱୟ ନିକଟତମ ଥିଲାବେଳେ ତାହାକୁ ପରିତାରା (periastron) ଏବଂ ଦୂରତମ ଥିଲାବେଳେ ତାହାକୁ ଅପତାରା (apastron) କହନ୍ତି । ପରିତାରା ସ୍ଥାନରେ ଉଭୟ ତାରାଙ୍କ ବେଗ ସର୍ବାଧିକ ଏବଂ ଅପତାରା ବେଳେ ବେଗ ସର୍ବନିମ୍ନ ହୁଏ ।

ଯୁଗ୍ମତାରାମାନଙ୍କର ଶ୍ରେଣୀ ବିଭାଗ

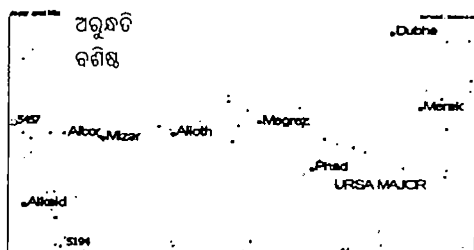
ଠାବ କରିବାର ବିଭିନ୍ନ ଉପାୟ ଅନୁସାରେ ଯୁଗ୍ମତାରାମାନଙ୍କୁ ୪ଟି ଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଏ, ଯଥା, ଦୃଶ୍ୟ (visible), ବର୍ଣ୍ଣାଳୀୟ (spectroscopic), ଉପରାଗୀ (eclipsing), ଖଗୋଳମିତିକ (astrometric) ।

ଦୃଶ୍ୟଯୁଗ୍ମତାରା

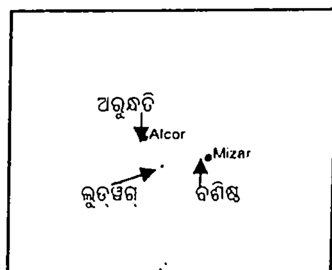
ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ତାରା ଦୁଇଟି ପରସ୍ପରଠାରୁ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ଦୂରରେ ଥାନ୍ତି ଏବଂ ଅଲଗା ଦିଶନ୍ତି । ଉଭୟଙ୍କ ଗତି ମାପ କରା ହୁଏ ଏବଂ କେପ୍ଲର୍ ନିୟମ ପ୍ରୟୋଗ କରି ଉଭୟଙ୍କ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିରୂପିତ ହୋଇପାରେ । ଏମାନଙ୍କ ଆବର୍ତ୍ତି କାଳ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ବେଶି, କେତେ ବର୍ଷରୁ କେତେ ହଜାର ବା ଲକ୍ଷ ବର୍ଷ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ହୋଇପାରେ । ଏହାର ଉଦାହରଣମାନ ଉପରେ ଉଲ୍ଲେଖ କରାଯାଇଛି ।

ବଶିଷ୍ଠ ଓ ଅରୁନ୍ଧତି

ଏହି ତାରା ଦୁଇଟି ଯୁଗ୍ମତାରାର ପ୍ରାଚୀନତମ ଉଦାହରଣ । ହିନ୍ଦୁ ବିବାହ ପରେ ବର କନ୍ୟାକୁ ଅରୁନ୍ଧତି ତାରା ଦେଖାଇବାର ପ୍ରଥା ବହୁକାଳରୁ ପ୍ରଚଳିତ । ଏହି ତାରାଦ୍ୱୟ ସପ୍ତର୍ଷି ମଣ୍ଡଳରେ ଅବସ୍ଥିତ । ଇଂରାଜିରେ ଏହାକୁ Mizar ଓ Alcor କହନ୍ତି । ବହୁ କାଳଧରି ଏ ଦୁହିଁଙ୍କୁ ଯୁଗ୍ମତାରା ବୋଲି ଧରା ଯାଇଥିଲା । ମାତ୍ର ଏବେ ହିପାର୍କସ୍‌ରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ତଥ୍ୟ ଅନୁଯାୟୀ ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା ପ୍ରାୟ ୩ ଆଲୋକବର୍ଷ ଏବଂ ଏତେ ଦୂରରେ ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ନଗଣ୍ୟ । ଅନେକେ କିନ୍ତୁ ଭିନ୍ନ ମତ ଦିଅନ୍ତି । ତେଣୁ ଏହା ଏବେ ସନ୍ଦେହର ଘେରରେ । ବଶିଷ୍ଠ ଏବଂ ଅରୁନ୍ଧତିଙ୍କ ମଝିରେ ଆଉ ଗୋଟିଏ ତାରା ଦିଶେ ଲୁଡ୍‌ୱିଗ୍ ତାରା । ଏହା କିନ୍ତୁ ବଶିଷ୍ଠର ସାଥୀ ତାରା ନୁହେଁ । ବହୁ ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ ଅନ୍ୟ ଏକ ତାରା ପ୍ରାୟ ଏକା ଦିଗରେ ଦିଶୁଛି । ବଶିଷ୍ଠର ଅତି ନିକଟରେ ଆଉ ଗୋଟିଏ ତାରା ଅଛି, ନାମ ମିଜାର ବି (Mizar B) । ଏହା କିନ୍ତୁ ବଶିଷ୍ଠର ସାଥୀ । ଏହା ଖାଲି ଆଖିରେ ଦେଖାଯାଏ ନାହିଁ, ମାତ୍ର ସାନ ଦୂରବୀକ୍ଷଣରେ ଦେଖାଯାଏ । ଦୂରବୀକ୍ଷଣ ଦ୍ୱାରା ଆବିଷ୍କୃତ ଏହାହିଁ ପ୍ରଥମ ଯୁଗ୍ମତାରା । ପରେ ବଶିଷ୍ଠ ଏବଂ ତାହାର ସାଥୀ ଉଭୟ ବର୍ଣ୍ଣାଳୀୟ ଯୁଗ୍ମତାରା ବୋଲି ସର୍ବପ୍ରଥମ ଜଣା ପଡିଲେ । ବଶିଷ୍ଠ ପାଖରେ କୌଣସି ଗ୍ରହ ଥିଲେ ସେଠାରେ ଏକାଧିକ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଦେଖିବାକୁ ମିଳିବେ ।



ଚିତ୍ର ୭.୨ ବଶିଷ୍ଠ ଓ ଅରୁନ୍ଧତି



ଦୂରବୀକ୍ଷଣରେ ଦୃଶ୍ୟ

ବର୍ଣ୍ଣାଳୀୟ ଯୁଗ୍ମତାରା

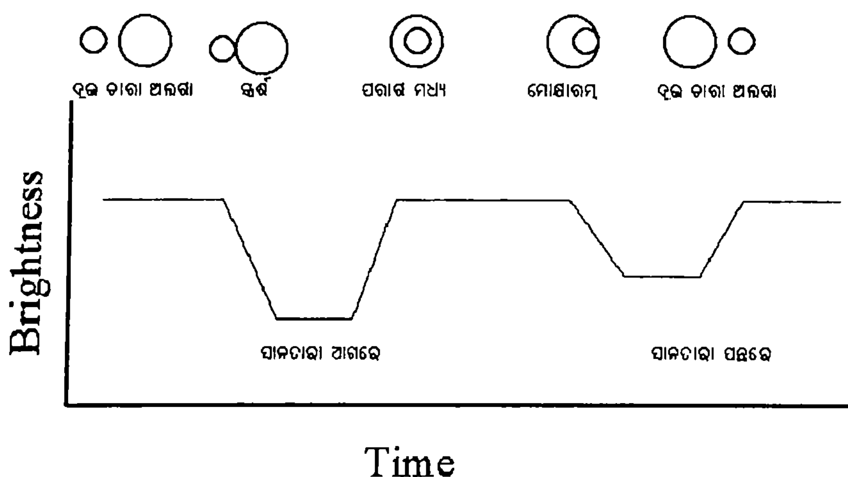
ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ତାରାଦୁଇଟି ଏତେ ପାଖରେ ଥାନ୍ତି ଯେ ଦୂରବୀକ୍ଷଣରେ ଅଲଗା ଦିଶନ୍ତି ନାହିଁ । ମାତ୍ର ତାରାର ବର୍ଣ୍ଣାଳି ରେଖା ମାନଙ୍କ ପ୍ରସ୍ଥ କମ୍ ବେଶି ହୁଏ ଏବଂ ଏହା ଆବର୍ତ୍ତିକ ଭାବେ ହୁଏ । କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ରେଖାମାନ ଦୁଇଭାଗ ହୋଇ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଦୂରେଇ ଯାନ୍ତି ଏବଂ ପୁଣି ପାଖେଇ ଆସି ମିଶି ଯାନ୍ତି । ଏହା ଡପ୍ଲର୍ ପ୍ରଭାବ ହେତୁ ହୁଏ । ଚିତ୍ର ୭.୩ ।

କକ୍ଷ ଓ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ

ଏହି ପ୍ରଥାରେ ଡପ୍ଲର୍ ପ୍ରଭାବ ଦ୍ୱାରା ତାରାମାନଙ୍କର ବେଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାହୁଏ । ଏହା କେବଳ ବେଗର ଦୃଷ୍ଟିରେଖାସ୍ଥ ଉପାଂଶ ମାପି ପାରେ, ଅଭିଲମ୍ବ ଦିଗର ଉପାଂଶ ଏଥିରେ ମାପି ହୁଏନାହିଁ । ଉପରୋକ୍ତ ଦୃଷ୍ଟାନ୍ତରେ ଆମର ଦୃଷ୍ଟିରେଖା ତାରାଦ୍ୱୟଙ୍କ କକ୍ଷର ସମତଳରେ ଥିବାର ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଏହି ସମତଳ ଦୃଷ୍ଟିରେଖା ପ୍ରତି ଲମ୍ବଭାବେ ଥିଲେ ଡପ୍ଲର୍ ପ୍ରଭାବ ଆଦୌ ଅନୁଭୂତ ହେବନାହିଁ । ତାରା କକ୍ଷର ସମତଳ ଦୃଷ୍ଟିରେଖା ସହ ଯେଉଁ କୋଣ କରେ ତାହାକୁ କକ୍ଷର ନତି (Inclination) କହନ୍ତି , ଏବଂ ଏହା ବେଗର ଦୃଷ୍ଟିରେଖାସ୍ଥ ଉପାଂଶ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ କରେ । ତେଣୁ ଏହି ପ୍ରଥାରେ ତାରାମାନଙ୍କର ବସ୍ତୁତ୍ୱ m ବଦଳରେ ଆମେ ପାଉ msini, i, ତାରାକକ୍ଷର ନତି । ଏହା ପ୍ରକୃତ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଏକ ନିମ୍ନ ସୀମା । ତାରାମାନଙ୍କର ଦୂରତା ଜଣାଥିଲେ କକ୍ଷର ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ ହୋଇପାରେ । ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ତାରାଦ୍ୱୟ ଅପେକ୍ଷାକୃତ ନିକଟରେ ଥିବାରୁ ପରିକ୍ରମା ଆବର୍ତ୍ତି କାଳ କମ୍ ହୁଏ ।

ଉପରାଗୀ ଯୁଗ୍ମତାରା (Eclipsing binaries)

ଏହାର ସବୁଠାରୁ ପ୍ରସିଦ୍ଧ ଦୃଷ୍ଟାନ୍ତ ବିଟା ପର୍ସେଇ, ନାମ ଆଲ୍‌ଗଲ୍ । ଏହି ତାରାଟି ଆରବମାନଙ୍କୁ ଜଣାଥିଲା ଏବଂ ସେମାନେ ଏହାର ଉଲ୍ଲେଖ କରିଥିଲେ । ଏହାର ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତା ବଢିବା କମିବା ସେମାନେ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିଲେ । ଆକାଶ ତ ସ୍ୱର୍ଗରାଜ୍ୟ, ସେଠାରେ ସବୁକିଛି ସ୍ଥିର ଅପରିବର୍ତ୍ତନୀୟ ରହିବା ଉଚିତ । ତେଣୁ ସେମାନେ ଏହାର ନାମ ଦେଲେ ଅଲ୍ ଘାଉଲ୍, ପିଶାଚ ତାରା । ଏହି ନାମ ଅପଭ୍ରଂଶ ହୋଇ ଆଲ୍‌ଗଲ୍‌ରେ ପରିଣତ ହୋଇଛି । ପରବର୍ତ୍ତୀ କାଳରେ ୟୁରୋପୀୟମାନେ ମଧ୍ୟ ଏହାର ଆବର୍ତ୍ତିକ ପରିବର୍ତ୍ତନୀୟତା ଲକ୍ଷ୍ୟ କରିଥିଲେ । ସ୍କଟ୍‌ଲାଣ୍ଡର ସତର ବର୍ଷ ବୟସ୍କ କିଶୋର ଗୁଡ୍‌ରିକ୍ (Goodrick) ଜନ୍ମରୁ ମୂକ ବଧିର ଥିଲେ । ତାଙ୍କ ବାପା ତାଙ୍କୁ ଗୋଟିଏ ଦୂରବୀକ୍ଷଣ କିଣି ଦେଇଥିଲେ, ଏବଂ ସେ ତାଙ୍କର ସାରା ସମୟ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ ଚର୍ଚ୍ଚାରେ ବିତାଉ ଥିଲେ । ଆଲ୍‌ଗଲ୍‌ର ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତା ପରିବର୍ତ୍ତନର ସେ ଏକ ସରଳ ସମାଧାନ କଲେ । ତାଙ୍କ ମତରେ ବିଭିନ୍ନ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତାର ଦୁଇଟି ତାରା ପରସ୍ପରର ପରିକ୍ରମା କରୁଛନ୍ତି ଏବଂ ସୋମାନଙ୍କ କକ୍ଷର ସମତଳ ଆମ ଦୃଷ୍ଟିରେଖାରେ ଅଛି । ତାରା ଦୁଇଟି ଏତେ ପାଖାପାଖି ଅଛନ୍ତି ଯେ ଦୂରବୀକ୍ଷଣରେ ଅଲଗା ଦିଶୁ ନାହାନ୍ତି । ମାତ୍ର ସେମାନେ ପରସ୍ପରକୁ ଢାଙ୍କି ପରାଗ ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି, ଏବଂ ତାହାହିଁ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତା ପରିବର୍ତ୍ତନର କାରଣ । ଏପ୍ରକାର ଯୁଗ୍ମ ତାରାଙ୍କୁ ଉପରାଗୀ ଯୁଗ୍ମତାରା କହନ୍ତି ।



ଚିତ୍ର ୭.୪ ଉପରାଗୀ ଯୁଗ୍ମତାରା

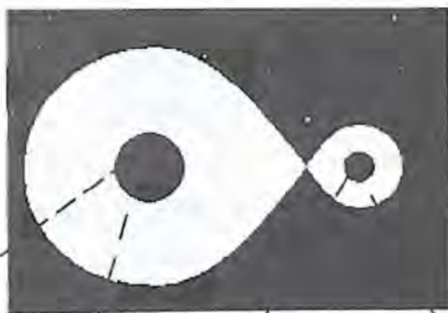
ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ଗ୍ରହ, ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରା ବା କୃଷ୍ଣ ବିବର ହୋଇପାରେ । ଏମାନଙ୍କର ଆଲୋକ ନଥିଲେ ବି ମହାକର୍ଷଣ ବଳ ତ ଅଛି । ତାହାଦ୍ୱାରା ଏମାନେ ଦୃଶ୍ୟ ତାରାଟିର ଗତିରେ ଆବର୍ତ୍ତିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟାଇ ପାରନ୍ତି । ଏହି ପରିବର୍ତ୍ତନ ସେମାନଙ୍କ ସ୍ଥିତି ବା ବେଗ ବା ଉଭୟରେ ଦେଖାଯାଏ । ବ୍ୟାଧ ତାରା (Sirius)ର ସ୍ୱଗତିରେ ଏକ ଆବର୍ତ୍ତିକ ପରିବର୍ତ୍ତନରୁ ତାହାର ଏକ ସାଥୀ ଥିବାର ଅନୁମାନ କରାଗଲା ।

ତାରା ବହୁ ଦୂରରେ ଥିଲେ ତାହାର ସ୍ଥିତିର ମାପରେ ଅତି ସୂକ୍ଷ୍ମ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଦେଖିବା ସମ୍ଭବ ହୁଏ ନାହିଁ । ମାତ୍ର ଦୃଶ୍ୟତାରାର ବର୍ଣ୍ଣାଳିରେ ଡପ୍ଲର୍ ପ୍ରଭାବର ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା ବେଗର ପରିବର୍ତ୍ତନ ମାପ ହୋଇପାରେ । ତାରା ଯେତେ ଦୂରରେ ଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଏହି ବିଧିରେ ତାହାର ବେଗ ମାପ ହୋଇପାରେ । ଏହି ବିଧିରେ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ସର୍ବନିମ୍ନ ସୀମା ମିଳେ । ଏହା ସୌରବସ୍ତୁତ୍ୱର ୧.୪ ଗୁଣରୁ କମ୍‌ଥିଲେ ତାହା ଶ୍ୱେତବାମନ, ସୌର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ୧.୪-୩ ଗୁଣ ଭିତରେ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରା ଏବଂ ୩ ଗୁଣରୁ ଅଧିକ ହେଲେ ତାହା କୃଷ୍ଣବିବର ବୋଲି ଅନୁମାନ କରାଯାଏ ।

ଗତ ୨୦ ବର୍ଷ ମଧ୍ୟରେ ଏହି ପଦ୍ଧତିର ଅଭୂତପୂର୍ବ ବିକାଶ ଘଟିଛି । ଡପ୍ଲର୍ ପ୍ରଭାବରେ ମାପ ହେଉଥିବା ବେଗର ନିମ୍ନ ସୀମା ୩କିମି ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡକୁ ଖସାଇ ଦିଆଯାଇ ପାରିଛି । ଏହାଦ୍ୱାରା ଅନ୍ୟ ତାରା ନିକଟରେ ବୃହସ୍ପତି ସଦୃଶ ଗ୍ରହଙ୍କର ଠାବ କରାଯାଇ ପାରୁଛି ।

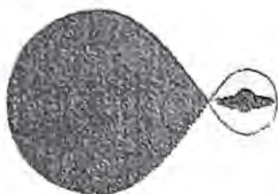
ସନ୍ନିକଟ ଯୁଗ୍ମତାରା (Close binaries)

ଅନେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ତାରା ଦୁଇଟି ଏତେ ପାଖରେ ଥାନ୍ତି ଯେ ଜୁଆର ଦ୍ୱାରା ପରସ୍ପରର ବିରୂପଣ କରନ୍ତି । କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବସ୍ତୁ ବିନିମୟ ବି ଘଟିପାରେ । ଏହା ଫଳରେ ବିଭିନ୍ନ ଘଟଣାବଳି ଦେଖିବାକୁ ମିଳେ । ସେ ସବୁର ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ଆଲୋଚନା କରିବା



ଚିତ୍ର ୭.୫.୧ ସନ୍ନିକଟ ଯୁଗ୍ମତାରା

ଉପରୋକ୍ତ ଚିତ୍ରରେ ଏକ ସନ୍ନିକଟ ଯୁଗ୍ମତାରା ତନ୍ତ୍ରର ମହାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ର ଦେଖାଯାଇଛି । ପ୍ରତି ତାରାର ଚାରିପଟରେ ଏକ ପରିସରକୁ ଉକ୍ତ ତାରାର ରୋସେ ଲୋବ୍ (Roche lobe) କହନ୍ତି । ଫରାସୀ ଗାଣିତିକ ରୋସେଙ୍କ ନାମାନୁସାରେ ଏହାର ନାମ ଦିଆଯାଇଛି । ସେ ପ୍ରଥମେ ଏହାର ଗଣନା ଓ ବ୍ୟବହାର ବିଧି ଦେଖାଇଥିଲେ । ନିଜର ରୋସେ ଲୋବ୍ ଭିତରେ ତାରାର ଏକକ ଆଧିପତ୍ୟ ଥାଏ ଏବଂ ବସ୍ତୁ ସମୂହ ତାହାରି ବଳ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପ୍ରଭାବିତ ହୁଅନ୍ତି ।



ଚିତ୍ର ୭.୫.୨ ସନ୍ନିକଟ ଯୁଗ୍ମତାରାରେ ବସ୍ତୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ

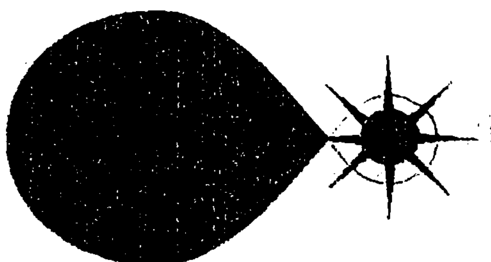
ବସ୍ତୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ

କ୍ରମେ ବଡ ତାରାଟି ଲୋହିତ ଦାନବରେ ପରିଣତ ହୋଇ ନିଜର ରୋସେ ଲୋବ୍‌ରେ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ବ୍ୟାପ୍ତ ହୋଇଯାଏ । ତାପରେ ଦୁଇ ରୋସେ ଲୋବ୍‌ର ସଂଯୋଗ ସ୍ଥାନ ବାଟେ ବଡ ତାରାରୁ ସାନ ତାରାକୁ ବସ୍ତୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ଘଟେ । ଯଦି ଦ୍ୱିତୀୟ ତାରାଟି ସାମାନ୍ୟ ମୁଖ୍ୟକ୍ରମର ତାରା ହୋଇଥାଏ ତେବେ ତାହାର ଆକାର ବଢିବାକୁ ଲାଗେ ଏବଂ ତାହା ପ୍ରଥମ ତାରାର ବସ୍ତୁତ୍ୱକୁ ଟପି ଯାଇପାରେ । ଏହି ତାରାଟି ହୁଏତ ଧଳା ବା ନୀଳ ବର୍ଣ୍ଣର ହୁଏ ଏବଂ ନୂତନ ତାରା ପରି ଦିଶେ ଏବଂ ସାନ ତାରାଟି ପୁରୁଣା ଲୋହିତ ଦାନବ ଥାଏ । ଏକ ସମୟରେ ଜନ୍ମଲାଭ କରିଥିବା ଦୁଇଟି ତାରା ମଧ୍ୟରୁ ବଡଟି ଶୀଘ୍ର ଲୋହିତ ଦାନବ ହେବା କଥା, ମାତ୍ର ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ସାନ ତାରାଟି ଲୋହିତ ଦାନବ ଥାଏ ।

ଦ୍ୱିତୀୟ ତାରାଟି ଶ୍ୱେତ ବାମନ ଥିଲେ ଏହି ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ହେତୁ ତାହାର ପୃଷ୍ଠ ଅତ୍ୟନ୍ତ ଗରମ ହୋଇ ସେଠାରେ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟା ଆରମ୍ଭ ହୁଏ, ଫଳରେ ତାରାଟି ଅତି ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ହୋଇଯାଏ । ଏହାକୁ ନୋଭା(Nova) କହନ୍ତି । ଏହି କ୍ରିୟା ଦୀର୍ଘକାଳ ସ୍ଥାୟୀ ହୁଏ ନାହିଁ, କ୍ରମେ ଏହାର ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତା କମି କମି ପୂର୍ବାବସ୍ଥାକୁ ଆସିଯାଏ । କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହି ଘଟଣା ବାରମ୍ବାର ଘଟିଲେ ତାହାକୁ recurrent nova କହନ୍ତି । .

ପ୍ରଥମ ପ୍ରକାର ସୁପର୍ନୋଭା (Type I supernova)

କାଳକ୍ରମେ ପ୍ରଥମ ତାରାଟି ଏକ ଶ୍ୱେତବାମନରେ ପରିଣତ ହୁଏ ଏବଂ ଏହାର ଅବଶିଷ୍ଟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଦ୍ୱିତୀୟ ତାରାକୁ ଚାଲିଯାଏ । ଦ୍ୱିତୀୟ ତାରାଟି ସ୍ଫୀତ ହୋଇ ତାହାର ରୋସେ ଲୋବ୍‌ରେ ବ୍ୟାପ୍ତ ହୋଇଯାଏ । ପୁଣି ଆରମ୍ଭ ହୁଏ ବସ୍ତୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ, ଏଥର କିନ୍ତୁ ଓଲଟା ଦିଗରେ ଦ୍ୱିତୀୟରୁ ପ୍ରଥମକୁ । ଏବେ ସେଠାରେ ନୋଭା ଦେଖା ଯାଇପାରେ, କିମ୍ବା ସୁପର୍ନୋଭା ବିସ୍ଫୋଟ ହୁଏ । ଏହାକୁ ପ୍ରଥମ ପ୍ରକାର ସୁପର୍ନୋଭା (Type I supernova) କହନ୍ତି ।



ଚିତ୍ର ୭.୬ ପ୍ରଥମ ପ୍ରକାର ସୁପର୍ନୋଭା (Supernova type I)

ଏହା କେବଳ ଯୁଗ୍ମତାରାରେ ଘଟେ । ତନ୍ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ଦାନବ ତାରା । ଏହି ତାରାଟି ତାହାର ରୋସେ ଲୋବ୍‌କୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ବ୍ୟାପି ଯାଇଥାଏ । ଅନ୍ୟଟି କାର୍ବନ୍- ଅକ୍ସିଜେନ୍‌ରେ ତିଆରି ଶ୍ୱେତ ବାମନ । ଦାନବ ତାରାରୁ ପ୍ରବଳ ବସ୍ତୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ ଫଳରେ ତାରାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସୌର ବସ୍ତୁତ୍ୱର ୮ ଗୁଣରୁ ବେଶି ହୋଇଗଲେ ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳରେ ଚାପ ଅତ୍ୟଧିକ ହୁଏ ଏବଂ ତାହା ପ୍ରବଳ ବେଗରେ ସଂକୁଚିତ ହୁଏ । ଫଳରେ ସେଠାରେ ତାପନ୍ୟୁକ୍ଲୀୟ କ୍ରିୟା ପୁଣି ଆରମ୍ଭ ହୋଇ ପ୍ରବଳ ବିସ୍ଫୋଟ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଏହାକୁ ସୁପର୍ନୋଭା ବିସ୍ଫୋଟ କହନ୍ତି । ଏହି ବିସ୍ଫୋଟରୁ ଉତ୍ପନ୍ନ ଗ୍ୟାସ୍‌ରେ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ନ ଥାଏ । ତେଣୁ ତାହାର ବର୍ଣ୍ଣାଳିରେ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍‌ର ବର୍ଣ୍ଣାଳି ରେଖାମାନ ନ ଥାନ୍ତି । ଦ୍ୱିତୀୟରେ ଏ ପ୍ରକାର ବିସ୍ଫୋଟରେ ସାରା ତାରାଟି ନଷ୍ଟ ହୋଇଯାଏ, ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରା ଅବଶେଷ ରହେ ନାହିଁ । ଏହାର ଆଲୋକର ଆରେଖ ମଧ୍ୟ ଦ୍ୱିତୀୟ ପ୍ରକାର ସୁପର୍ନୋଭାର ଆଲୋକର ଆରେଖରୁ ଭିନ୍ନ । ଏହି ସବୁ ଲକ୍ଷଣ ହେତୁ ଉଭୟ ପ୍ରକାର ସୁପର୍ନୋଭା ବାରି ହୋଇଯାନ୍ତି ।

ଏକ୍ସ ରେ ଯୁଗ୍ମତାରା (X-ray binaries)

ସନ୍ନିକଟ ଯୁଗ୍ମତାରାରୁ ଗୋଟିଏ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରା ବା କୃଷ୍ଣ ବିବର ହୋଇଥିଲେ ତାହା ଅଦୃଶ୍ୟ ଥାଏ ମାତ୍ର ଦୃଶ୍ୟତାରାର ଗତିର ବିଶେଷତାରୁ ତାହାର ଅବସ୍ଥିତି ଜଣାଯାଏ । ବସ୍ତୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ କାଳରେ ଏହି ତାରାମାନଙ୍କର ପ୍ରବଳ ଆକର୍ଷଣ ହେତୁ ଆହରିତ ବସ୍ତୁର ବେଗ ଆଲୋକର ବେଗ ପାଖାପାଖି ହୋଇଯାଏ । ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରାର ପୃଷ୍ଠରେ ସଂଘାତ ହେଲା ବେଳେ ପୃଷ୍ଠ ଅତ୍ୟନ୍ତ ଉତ୍ତପ୍ତ ହୋଇ ସେଠାରୁ ଏକ୍ସ ରେ ବାହାରେ । ତେଣୁ ଏହି ତାରାମାନେ ଏକ୍ସ ରେ ଉତ୍ସ ଭାବେ ସୁପରିଚିତ । କୃଷ୍ଣ ବିବରର କୌଣସି ପୃଷ୍ଠ ନ ଥାଏ । ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବସ୍ତୁର ଅଣୁମାନଙ୍କର ପାରସ୍ପରିକ ସଂଘାତରୁ ଏକ୍ସ ରେ ବାହାରେ ।

ଏକ୍ସ ରେ ପଲ୍‌ସାର୍

ଏ କ୍ଷେତ୍ରରେ ତାରା ଦୁଇଟି ଭିତରୁ ଗୋଟିଏ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ ତାରା ଏବଂ ଏହାର ଅତି ପ୍ରବଳ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଅଛି । ତାରାରୁ ଆହରିତ ବସ୍ତୁ ପରସ୍ପର ସଂଘାତ ହେତୁ ଆୟନିତ ହୋଇଥାନ୍ତି । ଏହି ଆୟନ୍ ସବୁ ଚୁମ୍ବକୀୟ କ୍ଷେତ୍ର ଦ୍ୱାରା ତାଡିତ ହୋଇ ଅତି ବେଗରେ ଗତି କରନ୍ତି ଏବଂ ଚୁମ୍ବକୀୟ ମେରୁରେ ପ୍ରବଳ ବେଗରେ ସଂଘାତ କରନ୍ତି । ଏଥିରୁ ଏକ ଏକ୍ସ୍ ରେ ରଶ୍ମି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ଏବଂ ଆମେ ସେ ରଶ୍ମିର ଦିଗରେ ଥିଲେ ତାହାକୁ ସଂଗ୍ରହଣ କରିପାରୁ । ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରାର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ହେତୁ ଏହା ଏକ ସ୍ପନ୍ଦନମାଳା (Pulse train) ଭାବେ ଦେଖାଯାଏ । ଦୁଇ ସ୍ପନ୍ଦର ମଧ୍ୟାବଧି କାଳ ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରାର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ଆବର୍ତ୍ତିକାଳ ଦେଖାଏ ।

କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ନ୍ୟୁଟନ୍ ତାରା ତାହାର ସାଥୀ ଏକ ସାଧାରଣ ତାରା ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରବେଶ କରିଥିବାର ଦେଖାଯାଇଛି । ଅନ୍ୟ କେତେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଦୁଇଟି ନ୍ୟୁଟ୍ରନ୍ ତାରା ଯୁଗ୍ମତାରା ଭାବେ ରହିଥିବାର ଦେଖାଯାଏ । ୨୦୦୨ ମସୀହାରେ ଚନ୍ଦ୍ର ଏକ୍ସ ରେ ମାନମନ୍ଦିର ଏକ କୃଷ୍ଣବିବର ଯୁଗ୍ମତାରାର ସନ୍ଧାନ ପାଇଛି । ଏଥିରେ ୧୦କୋଟି ସୂର୍ଯ୍ୟ ପ୍ରମାଣର ଦୁଇଟି କୃଷ୍ଣ ବିବର ପରସ୍ପରର ପରିକ୍ରମା କରୁଛନ୍ତି । ଏହାର ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ବିବରଣ ପୂର୍ବରୁ ଦିଆଯାଇଛି ।

ତାରାଗୁଚ୍ଛ (Stellar clusters)

ସୀମିତ ସ୍ଥାନରେ ଅନେକ ଗୁଡିଏ ତାରା ରହିଥିଲେ ତାହାକୁ ତାରାଗୁଚ୍ଛ କହନ୍ତି । ଏହା ତାରାପୁଞ୍ଜ ସହ ସମାନ ନୁହେଁ । ତାରାପୁଞ୍ଜରେ ତାରାମାନେ ପରସ୍ପରଠାରୁ ବହୁ ଦୂରରେ ଥାନ୍ତି, ଏବଂ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କୌଣସି ପ୍ରକାର ଆନ୍ତଃକ୍ରିୟା ନଥାଏ । ତାରାଗୁଚ୍ଛର ତାରାମାନେ ଏକ ସୀମିତ କ୍ଷେତ୍ରରେ ରହିଥିବାରୁ ପରସ୍ପରର ମହାକର୍ଷଣ ବଳ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଥାନ୍ତି । ସେମାନଙ୍କ ଗତି ମଧ୍ୟ ସେହି ଅନୁସାରେ ହୁଏ । ତାରାଗୁଚ୍ଛମାନଙ୍କର ତିନିଟି ବିଶେଷତ୍ୱ ହେତୁ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନରେ ସେମାନଙ୍କ ଗୁରୁତ୍ୱ ବହୁତ ବେଶି । ପ୍ରଥମଟି ହେଲା ତାରାଗୁଚ୍ଛର ଆୟତନ ତାହାର ଦୂରତା ତୁଳନାରେ ନଗଣ୍ୟ । ତେଣୁ ତାରାଗୁଚ୍ଛର ସବୁ ତାରା ସମାନ ଦୂରତାରେ ଥିବାର ଧରି ନିଆଯାଏ । ଦ୍ୱିତୀୟଟି ହେଲା ତାରାଗୁଚ୍ଛ ର ସବୁ ତାରାଙ୍କର ଗତିର ବେଗ ସମାନ ଓ ସମଦିଶି । ତୃତୀୟଟି ସବୁଠାରୁ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ । ଏହା ଅନୁସାରେ ତାରାଗୁଚ୍ଛର ସବୁ ତାରା ଗୋଟିଏ ନେବୁଲାରୁ ଏକକାଳୀନ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଛନ୍ତି । (ଚିତ୍ର ୮.୧) । ତେଣୁ ସେମାନେ ସମସ୍ତେ ସମବୟସ୍କ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କ ପ୍ରାଥମିକ ଉପାଦାନ ସମାନ । ସେମାନଙ୍କ ବିଭିନ୍ନତା କେବଳ ଆଦ୍ୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଉପରେ ହିଁ ନିର୍ଭର କରେ । ତେଣୁ ଏହି ତାରାମାନଙ୍କର ସମ୍ୟକ ଆଲୋଚନା ତାରା ମଡେଲ୍‌ମାନଙ୍କର ସତ୍ୟାପନରେ ସହାୟକ ହୁଏ । ଏହି ତାରାଗୁଚ୍ଛମାନେ ଦୁଇ ଶ୍ରେଣୀର ଯଥା ଗୋଳଗୁଚ୍ଛ (Globular cluster) ଓ ମୁକ୍ତଗୁଚ୍ଛ (Open cluster) । ଚିତ୍ର ୮.୨ ।

ଗୋଳଗୁଚ୍ଛ

ଏମାନଙ୍କର ଆକାର ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ହୋଇଥିବାରୁ ଏପରି ନାମକରଣ ହୋଇଛି । ଏମାନଙ୍କ ବ୍ୟାସ ପ୍ରାୟ ୩୦ ଆଲୋକବର୍ଷ ଏବଂ ଏହା ମଧ୍ୟରେ ଦଶ ହଜାରରୁ ଏକ କୋଟି ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତାରା ରହିଥାନ୍ତି । ଏହାର କେନ୍ଦ୍ର ଅଞ୍ଚଳରେ ତାରାମାନଙ୍କର ସଂଖ୍ୟା ଅଧିକ । ଏହି ଗୋଳଗୁଚ୍ଛମାନ ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କର ଚତୁର୍ଦ୍ଦିଗରେ ଥିବା ପ୍ରଭାମଣ୍ଡଳରେ (Halo) ରେ ଦେଖାଯାନ୍ତି । ଗାଲାକ୍ସି କେନ୍ଦ୍ରରୁ ଏମାନଙ୍କ ଦୂରତା ପ୍ରାୟ ସମାନ । ଆମ ଛାୟାପଥ ଗାଲାକ୍ସିର ଚାରିଆଡେ ପ୍ରାୟ ୧୫୦ଟି ଗୋଳଗୁଚ୍ଛ ଠାବ କରାଯାଇଛି । କେତେକ ବଡ ଉପବୃତ୍ତାକାର ଗାଲାକ୍ସିରେ ୧୦୦୦ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗୋଳଗୁଚ୍ଛ ଥିବାର ଦେଖାଯାଇଛି ଏମାନେ ସମସ୍ତେ ଗାଲାକ୍ସି ସହ ମହାକର୍ଷଣ ସୂତ୍ରରେ ବନ୍ଧା । ୧୯୧୭ ମସୀହାରେ ଆମେରିକୀୟ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀ Harlow Shapley ଏହି ଗୋଳଗୁଚ୍ଛମାନଙ୍କର ଦୂରତ୍ୱ ମାପି ଆମ ଗାଲାକ୍ସିର ଆକାର ଏବଂ ସେଥିରେ ସୂର୍ଯ୍ୟର ସ୍ଥାନ ନିରୂପଣ କରିଥିଲେ ।

ଗୋଳଗୁଚ୍ଛରେ ଥିବା ତାରାମାନେ ପ୍ରଥମ ପୀଢ଼ିର ତାରା, ଅର୍ଥାତ୍ ଏଥିରେ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଏବଂ ହିଲିୟମ୍ ବ୍ୟତୀତ ଅନ୍ୟ ମୌଳିକ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ଅଭାବ ପରିଲକ୍ଷିତ ହୁଏ । ଏମାନଙ୍କୁ ଦ୍ୱିତୀୟ ବର୍ଗର (Population II)ତାରା କୁହାଯାଏ । ଏମାନେ ଯେଉଁ ନେବୁଲାରୁ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇଛନ୍ତି ସେଗୁଡିକ ବୃହଦ୍ବିସ୍ଫୋଟର (Big bang) ପରବର୍ତ୍ତୀ ପ୍ରଥମ ନେବୁଲା ଏବଂ ଏଥିରେ ୭୨% ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଏବଂ ୨୮% ହିଲିୟମ୍ ଥିଲା । ଲିଥିୟମ୍ ଓ ବେରିଲିୟମ୍ ଅତି ସ୍ୱଳ୍ପ ପରିମାଣରେ ତିଆରି ହୋଇଥିଲା । ଏହି ତାରାମାନଙ୍କୁ ଧାତୁହୀନ (Metal poor) ତାରା ବି କହନ୍ତି । ସର୍ବପ୍ରଥମ ଗାଲାକ୍ସି ଓ ଗୋଳଗୁଚ୍ଛମାନଙ୍କରେ ଏପ୍ରକାର ତାରାମାନେ ଜନ୍ମ ନେଇଥିଲେ । ଆଜିକାଲି ଏଠାରେ କେବଳ ଲୋହିତ ବାମନ ବା ନାରଙ୍ଗୀ ବାମନ ତାରାମାନେ ଅଧିକ ସଂଖ୍ୟାରେ ଦିଶନ୍ତି । ଏମାନଙ୍କ ବୟସ ୧୦୦୦ ରୁ ୧୩୦୦ କୋଟି ବର୍ଷ ବୋଲି ଜଣାଯାଏ । ପ୍ରଥମେ ଏମାନଙ୍କ ବୟସ ଅନେକ ବେଶି ଗଣନା କରା ଯାଉଥିଲା ଏବଂ ଅନ୍ୟ ଉପାୟରେ ଗଣିତ ବିଶ୍ୱସୃଷ୍ଟିର କାଳରୁ ଏହା ଅଧିକ ଥିଲା । ଏହା ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏକ ଦୁରୂହ ସମସ୍ୟା ଥିଲା । ମାତ୍ର ପରେ ହିପାର୍କସ୍ ଉପଗ୍ରହରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ସୂକ୍ଷ୍ମ ତଥ୍ୟାବଳିରୁ ହିସାବ କରି ଏମାନଙ୍କ ବୟସ ୧୪୦୦ କୋଟିରୁ କମ୍ ବୋଲି ଜଣାଗଲା । ଗୋଳଗୁଚ୍ଛମାନଙ୍କ କେନ୍ଦ୍ରାଞ୍ଚଳରେ ଅନେକ ସମୟରେ ନୀଳରଙ୍ଗର ପ୍ରକାଣ୍ଡକାୟ ତାରାମାନେ ଦେଖାଯାନ୍ତି । ଏମାନଙ୍କ ଉପସ୍ଥିତି ଏକ ସମସ୍ୟା ଥିଲା, କାରଣ ଏମାନଙ୍କ ବୟସ ଗୋଳଗୁଚ୍ଛର ବୟସ ତୁଳନାରେ ଅନେକ କମ୍ ଥିଲା । ଏହି ତାରାମାନଙ୍କୁ Blue straggler କୁହାଯାଏ । ଏମାନେ ଯେମିତିକି ବାଟବଣା ହୋଇ ଗୋଳଗୁଚ୍ଛ ଭିତରକୁ ପଶି ଆସିଛନ୍ତି । ଏହି ସମସ୍ୟାର ଏକମାତ୍ର ସମ୍ଭାବ୍ୟ ସମାଧାନ ହେଲା ଯୁଗ୍ମତାରାର ଏକତ୍ରିକରଣ । କୌଣସି ଏକ ଯୁଗ୍ମତାରାର ଦୁଇଟିଯାକ ତାରା ଏକାଠି ହୋଇଗଲେ ଏକ ବଡତାରାର ଜନ୍ମ ହୁଏ ଏବଂ ତାହା ଏକ ନୂତନ ତାରାରୂପେ ଆତ୍ମପ୍ରକାଶ କରେ । ସାଧାରଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏପରି ହେବାର ଦେଖାଯାଏ ନାହିଁ । ମାତ୍ର ଗୋଳଗୁଚ୍ଛର କେନ୍ଦ୍ରାଞ୍ଚଳର ସଘନ ତାରାକ୍ଷେତ୍ରରେ ଏପରି ହେବାର ସମ୍ଭାବନା ଅଧିକ ଏବଂ ସେଠାରେ ହିଁ ଏମାନେ ଦେଖାଯାନ୍ତି ।

ମୁକ୍ତଗୁଚ୍ଛ

ଏମାନେ ଗାଲାକ୍ସି ଭିତରେ ଦେଖାଯାନ୍ତି । ସେଥିପାଇଁ ଏମାନଙ୍କୁ ଗାଲାକ୍ସୀୟ ଗୁଚ୍ଛ (Galactic cluster) କହନ୍ତି । କୁଣ୍ଡଳିତ ଗାଲାକ୍ସିର କୁଣ୍ଡଳ ବାହୁରେ(Spiral arm)ଏମାନେ ସାଧାରଣତଃ ଦେଖାଯାନ୍ତି । ଗାଲାକ୍ସିର ଏହି ସ୍ଥାନରେ ଅଧିକ ପରିମାଣ ଗ୍ୟାସ୍ ଓ ଧୂଳି ଥାଏ । ଏହାର କେତେକ

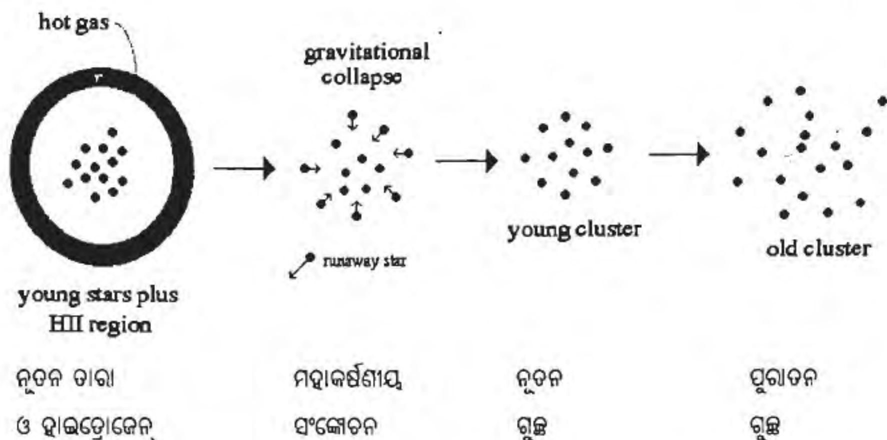
ଘନୀଭୂତ କ୍ଷେତ୍ରରେ ନେବୁଲାମାନେ ଗଠିତ ହୁଅନ୍ତି ଏବଂ ଏହି ନେବୁଲାରୁ ବହୁ ସଂଖ୍ୟକ ତାରା ଏକାବେଳେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଅନ୍ତି । ସେଗୁଡିକ ମୁକ୍ତଗୁଚ୍ଛ ଭାବେ ଆମକୁ ଦେଖାଯାନ୍ତି । ଏହି ଗୁଚ୍ଛମାନଙ୍କରେ ଅଧିକାଂଶ ତାରା ମୁଖ୍ୟକ୍ରମରେ ଥାନ୍ତି । ତେଣୁ ଏହି ଗୁଚ୍ଛମାନଙ୍କର ବୟସ ଅଧିକ ନୁହେଁ ଏବଂ ଏଥିରେ ନୀଳ ଦାନବ ଶ୍ରେଣୀୟ ତାରା ବି ଅଛନ୍ତି । ଏଥିରେ ତାରା ସଂଖ୍ୟା ଅପେକ୍ଷାକୃତ କମ୍ ଥିବାରୁ ଏମାନଙ୍କ ପାରସ୍ପରିକ ଆକର୍ଷଣ ଦୁର୍ବଳ । କୌଣସି ସଘନ ଗ୍ୟାସ୍ ମେଘ ଭିତରେ ଗତି କଲାବେଳେ ତାହାର ଆକର୍ଷଣ ପ୍ରଭାବରୁ କିଛି ତାରା ଗୁଚ୍ଛରୁ ବାହାରି ଯାନ୍ତି । ଏହି ତାରାମାନେ ଗୁଚ୍ଛର ଅନ୍ୟ ତାରାଙ୍କ ସହ ସମବେଗରେ ଏବଂ ସମଦିଗରେ ଗତି କରନ୍ତି । ତେଣୁ ସେମାନଙ୍କ ସହସମ୍ବନ୍ଧ (correlation) ସମ୍ଭବ ହୁଏ । ଏହି ତାରାମାନଙ୍କୁ ତାରା ପରିଷଦ (Stellar association) କୁହାଯାଏ । ମୁକ୍ତଗୁଚ୍ଛର ଉଦାହରଣ ଭାବେ ଆମର ପରିଚିତ କୃତ୍ତିକା (Pleiades), ରୋହିଣୀ (Hyades) ଏବଂ ପୁଷ୍ୟା (Praeseppe) ଗୁଚ୍ଛମାନ ଉଲ୍ଲେଖଯୋଗ୍ୟ । ଏମାନେ ଖାଲି ଆଖିରେ ଦେଖାଯାନ୍ତି । କୃତ୍ତିକାରେ ୬ଟି ତାରା ପରିଷ୍କାର ଦିଶନ୍ତି । ତା ଛଡା ଦୂରବୀକ୍ଷଣରେ ଏକ ଧୂଆଁଳିଆ ପୃଷ୍ଠଭୂମିରେ ଆହୁରି ଅନେକ ତାରା ଦିଶନ୍ତି । ଏହି ପୃଷ୍ଠଭୂମି ପ୍ରାଚୀନ ନେବୁଲାର ଅବଶିଷ୍ଟାଂଶ । ରୋହିଣୀ ଗୁଚ୍ଛ ଆମଠାରୁ ନିକଟତମ ଗୁଚ୍ଛ , ଦୂରତା ୪୦-୫୦ ପାର୍ସେକ୍ ମଧ୍ୟରେ । ଏହି ଦିଗରେ ଦିଶୁଥିବା ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତମ ତାରା ରୋହିଣୀ (Aldebaran) ଉକ୍ତ ଗୁଚ୍ଛର ଅନ୍ତର୍ଭୁକ୍ତ ନୁହେଁ । ଦୂରବୀକ୍ଷଣରେ ଏଥିରେ ପ୍ରାୟ ୨୦୦ ତାରା ଥିବାର ଦେଖାଯାଏ । ଏହି ଗୁଚ୍ଛର ଅବସ୍ଥିତି କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତ ଉପରେ ଥିବାରୁ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଏହା ମଧ୍ୟ ଦେଇ ଯାଏ । ୧୯୧୯ରେ ଏହି ସ୍ଥାନରେ ଏକ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ସୂର୍ଯ୍ୟପରାଗ ବେଳେ ସୂର୍ଯ୍ୟର ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଆଲୋକ ଗତିପଥର ବକ୍ରତାର ମାପ ହୋଇଥିଲା । ପୁଷ୍ୟା ଗୁଚ୍ଛରେ ଧୂମିଳ ପୃଷ୍ଠଭୂମି ଆହୁରି ସ୍ପଷ୍ଟ । କାଳପୁରୁଷ ମଣ୍ଡଳରେ ଥିବା The great Orion nebula ରେ ନବୀନ ତାରା ସୃଷ୍ଟି ଚାଲିଛି ଏବଂ ଏହା ଦିନେ ଏକ ତାରାଗୁଚ୍ଛ ରେ ପରିଣତ ହେବ । ସପ୍ତର୍ଷିମଣ୍ଡଳର ଚାରିଟି ତାରା ଏବଂ ବ୍ୟାଧତାରା ଏକ ତାରା ପରିଷଦର ସଭ୍ୟ । ଏମାନେ ଦିନେ ଏକ ତାରାଗୁଚ୍ଛରେ ଥିଲେ , ଏବଂ ତାରାଗୁଚ୍ଛଟି ର ବିଲୟ ପରେ ସେମାନେ ପୁରୁଣା ଗତିପଥରେ ଚାଲୁଛନ୍ତି । ସୂର୍ଯ୍ୟ କିନ୍ତୁ ଏହି ପରିଷଦର ସଦସ୍ୟ ନୁହେଁ ।

ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନରେ ତାରାଗୁଚ୍ଛମାନଙ୍କର ବହୁବିଧ ବ୍ୟବହାର ହୁଏ । ପ୍ରଥମତଃ ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ଗୁଚ୍ଛ ଯଥା ରୋହିଣୀ ଗୁଚ୍ଛର ତାରାମାନଙ୍କର ଦୂରତା ଲମ୍ବନ ବିଧିରେ ମାପ କରାଯାଇ ପାରେ । ଅନ୍ୟ ଗୁଚ୍ଛମାନଙ୍କର ଦୂରତା ଗୁଚ୍ଛ ଲମ୍ବନ ବିଧିରେ ମାପ ହୁଏ । ଦୂରତା ଜଣାଥିଲେ ତାରାର ଆପାତ ଦୀପ୍ତିରୁ(apparent magnitude) ତାହାର ପରମ ଦୀପ୍ତି (absolute magnitude) ହିସାବ

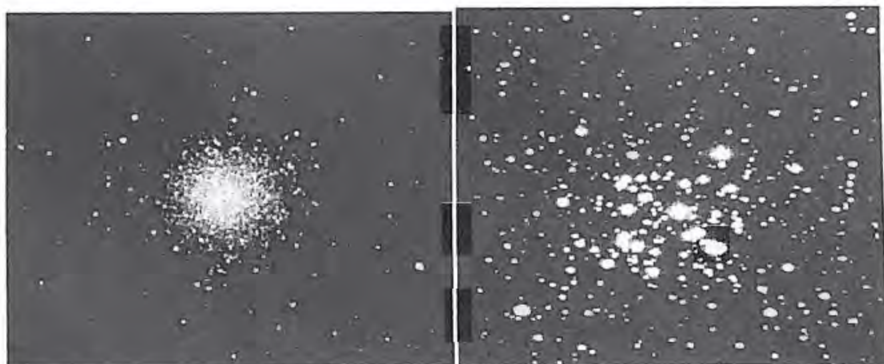
କରିହୁଏ, ଏବଂ ହର୍ଟ୍ସ୍ପ୍ରୁଙ୍ଗ୍ ରସେଲ ଆରେଖରେ ତାରାର ସ୍ଥିତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିହୁଏ । ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟା ଦ୍ୱାରା ହର୍ଟ୍ସ୍ପ୍ରୁଙ୍ଗ୍ ରସେଲ ଆରେଖର ସତ୍ୟାପନ କରାଯାଏ, ଏବଂ ତାରାର ବର୍ଣ୍ଣାଳୀୟ ବର୍ଗ ଏବଂ ଆପାତ ଦୀପ୍ତିରୁ ତାହାର ଦୂରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାର ବିଧିର ସତ୍ୟାପନ ସମ୍ଭବ ହୁଏ । ବର୍ଣ୍ଣାଳୀୟ ଲମ୍ବନ ପଦ୍ଧତି ଦୂରତ୍ୱ ନିରପେକ୍ଷ ହୋଇଥିବାରୁ ବହୁ ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ ତାରାଙ୍କ ଦୂରତ୍ୱ ମାପିବାରେ ସମର୍ଥ । ବିଶେଷତଃ ସେଫେଇଡ୍ ପରବର୍ତ୍ତୀ ତାରା (Cepheid variables) ମାନଙ୍କ ଦୂରତ୍ୱ ଏହା ଦ୍ୱାରା ମାପ କରାଯାଏ ଏବଂ ଏମାନେ ମାନକ ବର୍ତ୍ତିକାର କାମ କରନ୍ତି । ଏହିପରି ବିଶ୍ୱରେ ଦୂରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କ୍ରମରେ ରୋହିଣୀଗୁଚ୍ଛ ଏକ ବିଶିଷ୍ଟ ସ୍ଥାନ ଅଧିକାର କରିଛି ।

ତାରାଙ୍କ ବୟସ ନିରୂପଣ ପାଇଁ ତାରାଗୁଚ୍ଛର ବୟସ ଏକମାତ୍ର ଉପାୟ । ତାରାଗୁଚ୍ଛର ସବୁ ତାରା ସମବୟସ୍କ । ଗୁଚ୍ଛତାରାମାନଙ୍କର ବର୍ଣ୍ଣ-ଦୀପ୍ତି ଆରେଖରେ କେତେକ ବିଶେଷତ୍ୱ ଦେଖାଯାଏ । ଅଳ୍ପବୟସ୍କ ଗୁଚ୍ଛର ତାରାମାନେ ସମସ୍ତେ ମୁଖ୍ୟକ୍ରମରେ ଥିବେ । ଏହାକୁ ନବଜାତ ମୁଖ୍ୟକ୍ରମ (Zero age main sequence, ZAMS) କହନ୍ତି । ଏଥିରେ ଲୋହିତ ଦାନବ ବା ଶ୍ୱେତବାମନ ତାରା ଆଦୌ ନଥିବେ । କାଳକ୍ରମେ ବଡ ତାରାମାନେ ଲୋହିତ ଦାନବ ସ୍ତରକୁ ଚାଲିଯିବେ , ଏବଂ ସେଥିରୁ କେତେକ ଶ୍ୱେତବାମନ ଶ୍ରେଣୀକୁ ଚାଲି ଯାଇଥିବେ । ଏହି କ୍ଷେତ୍ରରେ ମୁଖ୍ୟକ୍ରମରେ ଥିବା ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତମ ତାରାର ଆୟୁଷକୁ ଗୁଚ୍ଛର ବୟସ ବୋଲି ଧରି ନିଆଯାଏ । ଏହାର କାରଣ ତାରାମାନେ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆୟୁଷର ଅଧିକାଂଶ ଭାଗ ମୁଖ୍ୟକ୍ରମରେହିଁ ବିତାନ୍ତି । ଚିତ୍ର ୮.୩.୧ ରେ ବିଭିନ୍ନ ବୟସର ତାରାଗୁଚ୍ଛଙ୍କର ବର୍ଣ୍ଣ-ଦୀପ୍ତି ଆରେଖର ନମୁନା ଦିଆଯାଇଛି । ଚିତ୍ର ୮.୩.୨ରେ ସବୁ ଗୁଚ୍ଛଙ୍କର ଏକ ସମନ୍ୱିତ ବର୍ଣ୍ଣ-ଦୀପ୍ତି ଆରେଖ ଦିଆଯାଇଛି । ସବୁଠାରୁ ବାମପଟେ ଥିବା ରେଖା ନବଜାତ ମୁଖ୍ୟକ୍ରମ । ବିଭିନ୍ନ ତାରାଗୁଚ୍ଛର ଆରେଖମାନ ଏଥିରୁ ଡାହାଣ ଆଡକୁ ଶାଖାରୂପେ ବାହାରି ଥିବାର ଦେଖାଯାଏ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଶାଖାର ଜନ୍ମସ୍ଥାନର ତାରାମାନେ ଏବେବି ମୁଖ୍ୟକ୍ରମରେ ଅଛନ୍ତି, ଅନ୍ୟ ତାରାମାନେ ମୁଖ୍ୟକ୍ରମରୁ ବହାରି ଲୋହିତ ଦାନବ ଶାଖାକୁ ଚାଲିଗଲେଣି । ଉକ୍ତ ତାରାମାନଙ୍କ ଦୀପ୍ତି ଓ ସେଥିରୁ ସେମାନଙ୍କ ଆୟୁଷ ଗଣନା କରାଯାଏ ।

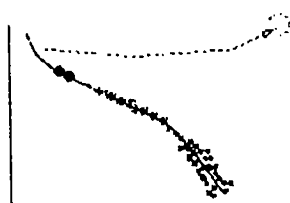
ଏହାହିଁ ତାରାଗୁଚ୍ଛର ବୟସ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ h & χ Persei ଗୁଚ୍ଛର ବୟସ ୧୦ ଲକ୍ଷ ବର୍ଷ ଏବଂ ଏହାର ଶାଖାର ଜନ୍ମସ୍ଥଳସ୍ଥ ତାରାମାନଙ୍କ ଆୟୁଷ ସେତିକି । ସେହିପରି କୃତ୍ତିକାର ବୟସ ୧୦କୋଟି ବର୍ଷରୁ କିଛି ବେଶି, ଏବଂ ରୋହିଣୀ ଏବଂ ପୁଷ୍ୟା ପ୍ରାୟ ସୂର୍ଯ୍ୟର ସମବୟସୀ । M67 ନାମକ ଗୁଚ୍ଛଟି ସବୁଠାରୁ ପୁରାତନ ଗୁଚ୍ଛ ।



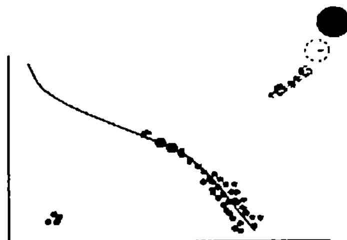
ଚିତ୍ର ୮.୧ ତାରାଗୁଚ୍ଛର ସଂରଚନ ପ୍ରକ୍ରିୟା



ଚିତ୍ର ୮.୨ ଗୋଳଗୁଚ୍ଛ ମୁକ୍ତ ଗୁଚ୍ଛ



[illegible]

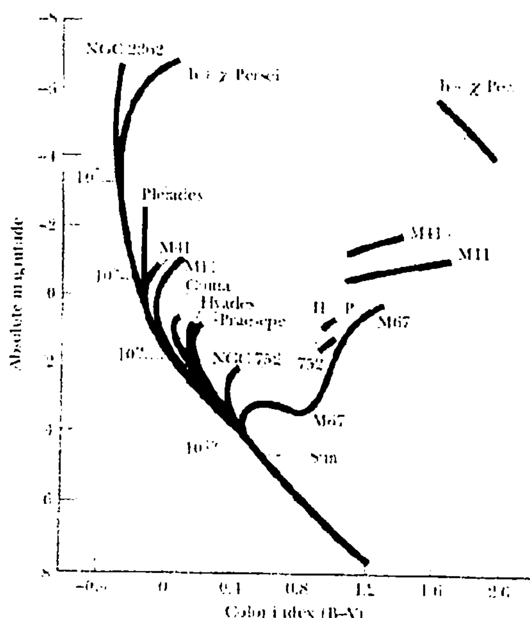


1 Billion years old ---> more stars on the giant branch; some white dwarfs now. Upper main sequence gone above 2 solar masses

ବୟସ ୧କୋଟି ବର୍ଷ, ସବୁ ତାରା ମୁଖ୍ୟକ୍ରମରେ କିଛି ତାରା ଲୋହିତ ଅତିଦାନବ ଶାଖାରେ

ବୟସ ୧୦୦ କୋଟି ବର୍ଷ ବହୁ ତାରା ଲୋହିତ ଦାନବ ଏବଂ ଶ୍ୱେତ ବାମନ ଶାଖାରେ

ଚିତ୍ର ୮.୩.୧ ବୟସ ଭେଦରେ ଗୁଚ୍ଛର ବର୍ଣ୍ଣ-ଦୀପ୍ତି ଆରେଖ



ଚିତ୍ର ୮.୩.୨ ତାରାଗୁଚ୍ଛମାନଙ୍କର ସମନ୍ୱିତ ବର୍ଣ୍ଣ ଦୀପ୍ତି ଆରେଖ (Colour magnitude diagramme)

B= ନୀଳଦୀପ୍ତି, V=ଦୃଶ୍ୟଦୀପ୍ତି, colour index=ବର୍ଣ୍ଣ ସୂଚକାଙ୍କ, absolute magnitude=ପରମ ଦୀପ୍ତି

ଗାଲାକ୍ସି (Galaxy)

ଆକାଶରେ ଆମେ ଯେତେ ତାରା ଦେଖୁ ସେ ସମସ୍ତେ ଗୋଟିଏ ପରିବାରର । ଏହିପରି ଅନ୍ୟ ବହୁ ପରିବାର ଅଛନ୍ତି । ସେମାନଙ୍କୁ ଗାଲାକ୍ସି କୁହାଯାଏ । ଆମ ଗାଲାକ୍ସିର ନାମ ଛାୟାପଥ ବା ଆକାଶ ଗଙ୍ଗା, ଇଂରାଜିରେ Milky way. । ଶରତ୍‌କାଳର ନିର୍ମଳ ଆକାଶରେ ଏକ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳ ପଟି ପୂର୍ବ ପଶ୍ଚିମ ଦିଗରେ ବ୍ୟାପି ରହିଥିବାର ଦେଖାଯାଏ । ଏହାକୁ ଛାୟାପଥ କହନ୍ତି । ଆମ ପୌରାଣିକ କଳ୍ପନାରେ ଏହା ଏକ ନଦୀ, ସ୍ୱର୍ଗର ଗଙ୍ଗା । ଗ୍ରୀକ୍ ମିଥକରେ ଏହା ଦେବରାଜ Zeusଙ୍କ ପତ୍ନୀ Heraଙ୍କ କ୍ଷୀରଧାର । ଖ୍ରୀଷ୍ଟୀୟ ସପ୍ତଦଶ ଶତାବ୍ଦୀର ପ୍ରାରମ୍ଭରେ ଗାଲିଲିଓ ପ୍ରଥମେ ଦୂରବୀକ୍ଷଣରେ ଏହାକୁ ଦେଖିଲେ। ସେ ମତ ଦେଲେ ଯେ ଏହା ଅନେକ ଗୁଡିଏ ତାରାର ସମଷ୍ଟି । ଦୂରବୀକ୍ଷଣରେ ଦେଖିଲେ ତାରାମାନେ ଅଲଗା ଦିଶନ୍ତି । ପରେ ଅଧିକ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଦୂରବୀକ୍ଷଣରେ ଏହା ଏକ ସଘନ ତାରାକ୍ଷେତ୍ର ବୋଲି ନିଶ୍ଚିତ ରୂପେ ଜଣାପଡିଲା । ପ୍ରଥମେ ମନେ କରାଯାଉଥିଲା ଯେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଏହି ତାରାକ୍ଷେତ୍ରର କେନ୍ଦ୍ରରେ ରହିଛି । ୧୯୧୭ ମସୀହାରେ ଆମେରିକୀୟ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀ Shapley ଏହି ଗାଲାକ୍ସିର ଆକାର ଏବଂ ଆୟତନ ମାପି ଦେଖାଇଲେ ଯେ ସୂର୍ଯ୍ୟ ଏହାର ଏକ କୋଣରେ ଏବଂ ଏହାର ଆକାର କୁଣ୍ଡଳିତ । ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଦୂରବୀକ୍ଷଣରେ ଦେଖାଗଲା ଯେ ତାରା ଛଡା ଆହୁରି କେତେକ ଧୂଆଁଳିଆ କ୍ଷେତ୍ର ବି ଅଛନ୍ତି । ଫରାସୀ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀ ମେସିଅର୍ ଏମାନଙ୍କର ଏକ କାଟାଲଗ୍ ପ୍ରସ୍ତୁତ କଲେ । ଏହା ମେସିଅର୍ କାଟାଲଗ୍ ନାମରେ ବିଖ୍ୟାତ । ସେମାନଙ୍କୁ କୁହାଗଲା ନେବୁଲା ବା ନୀହାରିକା । ୧୯୨୭ ମସୀହାରେ ଆମେରିକୀୟ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀ Edwin Hubble ଦେଖାଇଲେ ଯେ ଏହି ନେବୁଲା ମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ଅଧିକାଂଶ ଅନ୍ୟ ଗାଲାକ୍ସି । ସେ ଏହି ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କର ଦୂରତା ମାପି ଦେଖାଇଲେ ଯେ ଏହା ଆମ ଛାୟାପଥ ଗାଲାକ୍ସିର ଆୟତନ ତୁଳନାରେ ବହୁ ଅଧିକ । ସେ ପ୍ରମାଣ କଲେ ଯେ ଏଗୁଡିକ ବିଶ୍ୱ ମହାସାଗରରେ ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ ମହାଦ୍ୱୀପ । ପ୍ରତ୍ୟେକ ଗାଲାକ୍ସିରେ ତାରାମାନେ ଅନ୍ୟ ସମସ୍ତ ତାରାଙ୍କର ସମନ୍ୱିତ ମହାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଗାଲାକ୍ସି କେନ୍ଦ୍ରର ପରିକ୍ରମା କରନ୍ତି ।

ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କ କେନ୍ଦ୍ରରେ ବିଶାଳକାୟ କୃଷ୍ଣ ବିବରମାନ ଥିବାର ସନ୍ଦେହ କରାଯାଏ । ଏହି ଗାଲାକ୍ସିମାନେ ପୁଣି ଗାଲାକ୍ସି ଗୁଚ୍ଛମାନଙ୍କରେ ସଂଗଠିତ ହୋଇ ରହିଛନ୍ତି । ଗୁଚ୍ଛର ସଦସ୍ୟମାନେ ତାହାର ବସ୍ତୁକେନ୍ଦ୍ର ଚାରିପଟେ ଘୂରୁଥିବାର ଲକ୍ଷ୍ୟ କରାଯାଏ । ଏହି ଗୁଚ୍ଛମାନେ ପୁଣି ଆହୁରି ଉଚ୍ଚସ୍ତରର ସଂଗଠନର ସଦସ୍ୟ । ଏହାକୁ ଅତିଗୁଚ୍ଛ (Super cluster) କହନ୍ତି । ବୋଧହୁଏ ଏହାହିଁ ବିଶ୍ୱର ଆଦି ସଂଗଠନ । ବିଶ୍ୱର ଆଦି ବସ୍ତୁ କେବଳ ଏକ ସର୍ବବ୍ୟାପି ଗ୍ୟାସ୍ ମେଘ ଆକାରରେ ଥିଲା । ପରେ

ଏଥିରେ ବିଖଣ୍ଡନ କ୍ରିୟା (fragmentation) ଆରମ୍ଭ ହୋଇ ତାହା କ୍ରମେ ଗାଲାକ୍ସି ଅତିଗୁଚ୍ଛ, ଗୁଚ୍ଛ, ଗାଲାକ୍ସି ଆକାରର ମେଘମାନ ସୃଷ୍ଟି ହେଲା । ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କରେ ତାରାମାନଙ୍କର ଅଭ୍ୟୁଦୟ ଘଟିଲା ଏବଂ ସେମାନେ ଗୁଚ୍ଛ ଏବଂ ଅତିଗୁଚ୍ଛମାନଙ୍କରେ ସଂଗଠିତ ହୋଇ ରହିଲେ ।

ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କ ବର୍ଗୀକରଣ

ଗାଲାକ୍ସି ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନର ଜନକ ଏଡ୍ୱିନ୍ ହବ୍‌ଲ୍ ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କ ଆକାର ଅନୁସାରେ ସେମାନଙ୍କର କେତେକ ସ୍ଥୂଳ ବିଭାଗ କରିଥିଲେ । ସେମାନଙ୍କର ସଂକ୍ଷିପ୍ତ ବିବରଣ ନିମ୍ନରେ ଦିଆଗଲା । ଚିତ୍ର ୯.୧ରେ ଏମାନଙ୍କ ନିଦର୍ଶନ ଦିଆଯାଇଛି ।

୧. ଉପବୃତ୍ତାକାର ଗାଲାକ୍ସି (Elliptical Galaxy)

ଏଗୁଡିକର ଆକାର ଉପବୃତ୍ତାଭ (Ellipsoidal) । ଏମାନଙ୍କୁ E0-E7 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ୮ଟି ଭାଗରେ ବିଭକ୍ତ କରାଯାଏ । E0 ଗାଲାକ୍ସିମାନ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର । ଏହି ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କରେ ଗ୍ୟାସ ଓ ଧୂଳି ମେଘମାନ ଦିଶେ ନାହିଁ । ଏହି ମେଘମାନେ ତାରା ଗଠନ ପାଇଁ ସାମଗ୍ରୀ ଯୋଗାନ୍ତି । ତେଣୁ ମନେ କରାଯାଏ ଯେ ଏହି ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କରେ ତାରା ଗଠନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ବନ୍ଦ ହୋଇଗଲାଣି । ନବଜାତ ନୀଳ ଦାନବ ତାରାମାନେ ଏହି ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କରେ ଦେଖାଯାନ୍ତି ନାହିଁ । ଏହି ତାରାମାନେ ଅଳ୍ପାୟୁଷ ହୋଇଥିବାରୁ ପ୍ରଥମ ପୀଢ଼ିରେ ନିର୍ମିତ ତାରାମାନେ ଲୋପ ପାଇଗଲେଣି । ଏହି ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କରେ ତାରା ଗଠନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଅତି ଶୀଘ୍ର ଆରମ୍ଭ ହୋଇ ପ୍ରବଳ ବେଗରେ ଚାଲିଲା ଏବଂ ସମସ୍ତ ଉପାଦାନ ଶେଷ ହୋଇ ଗଲାରୁ ବନ୍ଦ ହୋଇଗଲା । ତାରାମାନଙ୍କର ପରସ୍ପର ଆକର୍ଷଣ ହେତୁ ସେମାନେ ଏହି ବିଶିଷ୍ଟ ରୂପରେ ସଂଗଠିତ ହେଲେ । ଗ୍ୟାସ୍ ମେଘରେ ଆବର୍ତ୍ତନର ବିକାଶ ପାଇଁ ସମୟ ମିଳିଲା ନାହିଁ । ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ବହୁ ଗାଲାକ୍ସି ସମ୍ମିଳିତ ହୋଇ ଆଜିକାର ବିରାଟ ଉପବୃତ୍ତାକାର ଗାଲାକ୍ସିମାନ ନିର୍ମିତ ହେଲେ । ଏହି ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କର ପ୍ରଭାମଣ୍ଡଳରେ ବହୁ ସଂଖ୍ୟକ ଗୋଳଗୁଚ୍ଛ ଦେଖାଯାନ୍ତି ।

୨. କୁଣ୍ଡଳିତ ଗାଲାକ୍ସି (Spiral galaxy)

ଏ ପ୍ରକାର ଗାଲାକ୍ସିମାନ କୁଣ୍ଡଳାକାର । କୁଣ୍ଡଳ ବାହୁମାନଙ୍କରେ ତାରାସଂଖ୍ୟା ଅନ୍ୟ ସ୍ଥାନ ତୁଳନାରେ ବହୁତ । ଏଠାରେ ତାରା ଗଠନ ସକ୍ରିୟ ଭାବେ ଚାଲିଛି । ଏ ସବୁ ତାରା ପ୍ରଥମ ବର୍ଗର (Population I), ଅର୍ଥାତ୍, ଦ୍ୱିତୀୟ ବା ତୃତୀୟ ପୀଢ଼ିର ତାରା । ଏହି ତାରାମାନଙ୍କ ଧାତବତ୍ୱ (metalicity) ଅଧିକ । ଏଥିରେ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଏବଂ ହିଲିୟମ୍ ବ୍ୟତୀତ ଅନ୍ୟ ମୌଳିକ ବସ୍ତୁମାନ

ପର୍ଯ୍ୟାପ୍ତ ପରିମାଣରେ ଦେଖାଯାନ୍ତି । ଏହି ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କର ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ବେଗ ଅଧିକ, ତେଣୁ ସେଗୁଡିକ ଚେପ୍‌ଟା ହୋଇଯାଇ ଥାନ୍ତି । ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କ ଆକର୍ଷଣ ହେତୁ ଗ୍ୟାସ୍ ମେଘରେ ଘୂର୍ଣ୍ଣନ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟାରେ ଗ୍ୟାସ୍ ଓ ଧୂଳି ମେଘର ଘନତ୍ୱ ବୃଦ୍ଧିପାଏ, ଏବଂ ତାରା ଗଠନ କ୍ରିୟା ତ୍ୱରାନ୍ୱିତ ହୁଏ । ମନେ କରାହୁଏ ଯେ ଏଥିରେ ତାରା ଗଠନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଅପେକ୍ଷାକୃତ ମନ୍ଦ ଏବଂ ମୂଳରୁ ଆଜି ଯାଏ ପ୍ରାୟ ସମଗତିରେ ଚାଲିଛି । ଗ୍ୟାସ୍ ଓ ଧୂଳିର ମେଘ ବହୁକାଳ ଧରି ରହିଥିବାରୁ ଏଥିରେ ଆବର୍ତ୍ତନର ଅଭିବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ପର୍ଯ୍ୟାପ୍ତ ସମୟ ମିଳିଲା ଏବଂ ଏହି ମେଘ ଚେପ୍‌ଟା ହୋଇଗଲା । ଏହି ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କର ପ୍ରଭାମଣ୍ଡଳରେ ଗୋଳଗୁଚ୍ଛମାନ ଦେଖାଯାନ୍ତି । ଏଥିରେ ଥିବା ତାରାମାନ ଅଧିକାଂଶ ପ୍ରଥମ ପୀଢିର ଏବଂ ସେମାନେ ଗାଲାକ୍ସି କେନ୍ଦ୍ରର ଚାରିପଟେ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାରରେ ସଜାଇ ରହିଥାନ୍ତି ।

ଗାଲାକ୍ସିର କେନ୍ଦ୍ରାଞ୍ଚଳକୁ ତାହାର ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳ (Core) କହନ୍ତି । କୁଣ୍ଡଳିତ ଗାଲାକ୍ସିର ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଏବଂ ଏହା ଏକ ଅତି ସଘନ ତାରାକ୍ଷେତ୍ର । ଏଠାରେ ଅଳ୍ପ ପରିସର ମଧ୍ୟରେ ବହୁ ଅଧିକ ତାରା ଥାନ୍ତି । କୁଣ୍ଡଳ ବାହୁମାନ ଏହାର ବିଭିନ୍ନ ଦିଗରୁ ବାହାରି ଥିବାର ଦେଖାଯାଏ । ଅନ୍ୟ ପ୍ରକାର କୁଣ୍ଡଳିତ ଗାଲାକ୍ସିର ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳ ଏକ ଦଣ୍ଡ ଆକାରରେ ଥାଏ । ଏହାକୁ ଦଣ୍ଡଯୁକ୍ତ କୁଣ୍ଡଳିତ (Barred spiral) ଗାଲାକ୍ସି କହନ୍ତି । କୁଣ୍ଡଳ ବାହୁମାନ ଏହି ଦଣ୍ଡରୁ ବାହାରି ଥିବାର ଦେଖାଯାଏ । ଏ ପ୍ରକାର ଗାଲାକ୍ସି ଏକାଧିକ କୁଣ୍ଡଳିତ ଗାଲାକ୍ସିର ସମ୍ମିଶ୍ରଣରୁ ଉଦ୍ଭବ ହୋଇଥିବାର ଅନୁମାନ କରାଯାଏ । ଆମ ଛାୟାପଥ ଗାଲାକ୍ସି ଏହିପରି ଏକ ଦଣ୍ଡଯୁକ୍ତ କୁଣ୍ଡଳିତ ଗାଲାକ୍ସି ।

୩. ଅନିୟମିତ ଆକାର ଗାଲାକ୍ସି (Irregular galaxies)

ଏମାନଙ୍କର କୌଣସି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆକାର ନାହିଁ । ଏମାନଙ୍କର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ଅନେକ କମ୍ । ତେଣୁ ଏମାନଙ୍କ ମହାକର୍ଷଣ କ୍ଷେତ୍ର ଦୁର୍ବଳ ଏବଂ ତାରାମାନଙ୍କୁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆକାରରେ ସଜାଇବା ପାଇଁ ପର୍ଯ୍ୟାପ୍ତ ନୁହେଁ । ଏଥିରେ ମଧ୍ୟ ଗ୍ୟାସ୍ ବା ଧୂଳିର ମେଘ ଦେଖା ଯାଏନାହିଁ । ଏହି ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କରେ ତାରା ଗଠନ ବନ୍ଦ ହୋଇ ଗଲାଣି ।

୪. ଛାୟାପଥ ଗାଲାକ୍ସି

ଏହାର ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳ ସ୍ଫୀତ ଏବଂ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର । ଦୁଇ କଡରେ ସଘନ ତାରାକ୍ଷେତ୍ର କିଛି ଦୂର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଲମ୍ବି ଯାଇଛି । ତାପରେ ଆସେ କୁଣ୍ଡଳ ବାହୁମାନ । ଅନେକ ଗୁଡିଏ କୁଣ୍ଡଳ ବାହୁ ବିଭିନ୍ନ ତାରା ପୁଞ୍ଜମାନଙ୍କ ନାମରେ ନାମିତ, ଯଥା, ଓରିଅନ୍ ବାହୁ, ସାଜିଟାରିଅସ୍ ବାହୁ ଇତ୍ୟାଦି । ଉକ୍ତ ପୁଞ୍ଜମାନଙ୍କ ଦିଗରେ ଅବସ୍ଥିତି ହେତୁ ଏପରି ନାମକରଣ ହୋଇଛି । ଇଂରାଜିରେ ଏହାର ଅନ୍ୟ ନାମ

(Galaxy), ବଡ ଅକ୍ଷରରୁ ଆରମ୍ଭ । ଏହାର ଆକାର ଦଣ୍ଡଯୁକ୍ତ କୁଣ୍ଡଳିତ । ଏହାର ବ୍ୟାସ ୧୦୦୦୦୦ ଆଲୋକବର୍ଷ । ଏହାର ତିନିଟି ମୁଖ୍ୟ ଭାଗ ହେଲେ, ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳ (Core), ଚକ୍ରମଣ୍ଡଳ (Disc) ଏବଂ ପ୍ରଭାମଣ୍ଡଳ (Halo) । ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳର କେନ୍ଦ୍ରରେ ଏକ ବିରାଟକାୟ କୃଷ୍ଣବିବର ରହିଛି । ଏହାର ବସ୍ତୁତ୍ୱ ପ୍ରାୟ ୧୦ଲକ୍ଷ ସୂର୍ଯ୍ୟ ସହ ସମାନ । ଏଠାରେ ଅଳ୍ପସ୍ଥାନରେ ବହୁ ଅଧିକ ତାରାଙ୍କ ସମାବେଶ ଦେଖିବାକୁ ମିଳେ । ପ୍ରତି ଘନ ପାର୍ସେକ୍‌ରେ ଶହେରୁ ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱ ତାରା ଅଛନ୍ତି । ସୂର୍ଯ୍ୟର ପାଖ ଅଞ୍ଚଳରେ ଏହି ସଂଖ୍ୟା ଘନ ପାର୍ସେକ୍‌ରେ ୧ । ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳସ୍ଥ ତାରାମାନେ ଅଧିକାଂଶ ଅତି ପ୍ରାଚୀନ ତାରା ଏବଂ ଏଥିରେ ଧାତବତା ଅପେକ୍ଷାକୃତ କମ୍ । ତାରାମାନେ ବହୁ ଅଧିକ ସଂଖ୍ୟାରେ ଥିବା ହେତୁ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ସଂଘର୍ଷର ସମ୍ଭାବନା ଅଧିକ । କେନ୍ଦ୍ରରୁ ୧୦ପାର୍ସେକ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏକ ଆହରଣ ଚକ୍ର (accretion disc) ରହିଛି ଏବଂ ଏଠାରୁ କେନ୍ଦ୍ର ଆଡକୁ ଅହରହ ବସ୍ତୁର ସ୍ରୋତ ଛୁଟିଛି । ଗର୍ଭମଣ୍ଡଳର ଆକାର ବର୍ତ୍ତୁଳାକାର ଏବଂ ଏହାର ଆବର୍ତ୍ତନର କୌଣିକ ବେଗ ସର୍ବତ୍ର ସମାନ ।

ଚକ୍ରମଣ୍ଡଳ (Disc) ଏଠାରେ ତାରା, ମୁକ୍ତ ତାରାଗୁଚ୍ଛ, ଏବଂ ଗ୍ୟାସ୍ ଓ ଧୂଳିର ମେଘମାନେ ଦେଖାଯାନ୍ତି । ଏମାନେ ସବୁ କୁଣ୍ଡଳ ବାହୁମାନଙ୍କରେ ଦେଖାଯାନ୍ତି । ବାହୁମାନଙ୍କର ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ ସ୍ଥାନରେ କେବଳ ଅଳ୍ପସଂଖ୍ୟକ ତାରା ଦିଶନ୍ତି । ସେଠାରେ ଗ୍ୟାସ୍‌ମେଘ ବା ତାରାଗୁଚ୍ଛ ଆଦୌ ଦେଖାଯାନ୍ତି ନାହିଁ । କୁଣ୍ଡଳ ବାହୁଙ୍କ ସଂଖ୍ୟା ୬ । ବାହାରୁ ଭିତରଆଡକୁ କ୍ରମରେ ସେମାନଙ୍କ ପରିଚୟ ନିମ୍ନୋକ୍ତ ପ୍ରକାର । ଯେଉଁ ତାରାମଣ୍ଡଳରେ ବାହୁର ଅଧିକାଂଶ ଭାଗ ରହିଛି ସେହି ଅନୁସାରେ ବାହୁର ନାମକରଣ ହୁଏ ।

୧. ବାହ୍ୟ ବାହୁ (Outer arm)
୨. ପର୍ସିୟସ୍ ବାହୁ (Perseus arm)
୩. କାଳପୁରୁଷ ବାହୁ (Orion arm)
୪. ଧନୁ ବାହୁ (Sagittarius arm)
୫. ସ୍କୁଟମ୍-କ୍ରୁକ୍ସ ବାହୁ (Scutum Crux arm)
୬. ନର୍ମା ବାହୁ (Norma arm) ।

ସୂର୍ଯ୍ୟର ଅବସ୍ଥାନ କାଳପୁରୁଷ ବାହୁରେ । ଗାଲାକ୍ସି କେନ୍ଦ୍ରରୁ ଏହାର ଦୂରତା ୧୮୦୦୦ ପାର୍ସେକ୍ ବା ପ୍ରାୟ ୫୦୦୦୦ ଆଲୋକ ବର୍ଷ । ସୂର୍ଯ୍ୟର ଆବର୍ତ୍ତନ ବେଗ ମପା ଯାଇଛି । ଗାଲାକ୍ସିକେନ୍ଦ୍ରରୁ ଦୂରତ୍ୱ ଏବଂ ଏହି ପରିକ୍ରମା ବେଗରୁ କେପ୍ଲର୍ ନିୟମ ପ୍ରୟୋଗ ଦ୍ୱାରା ସୂର୍ଯ୍ୟରୁ ଭିତର ପଟକୁ ଥିବା ସାମୂହିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଆକଳନ ହୋଇ ପାରିଛି ।

ତାରାମାନଙ୍କର ଗଣନା ଦ୍ୱାରା ପ୍ରଥମେ ଗାଲାକ୍ସିର ଆକାରର ଅନୁମାନ କରାଯାଉଥିଲା । ପରେ ଏହା ଭ୍ରମାତ୍ମକ ବୋଲି ପ୍ରମାଣିତ ହେଲା । ତାରାମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟବର୍ତ୍ତୀ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଥିବା ଗ୍ୟାସ୍ ଓ

ଧୂଳି ତାରାଲୋକକୁ ଅବଶୋଷଣ କରେ । ଏହାକୁ ଆନ୍ତଃତାରା ସ୍ତୀମନ (Interstellar extinction) କହନ୍ତି । ଏହି ହେତୁ ଅଧିକାଂଶ ତାରା ଦିଶନ୍ତି ନାହିଁ । ଅନ୍ୟମାନଙ୍କର ଆଲୋକର ତୀବ୍ରତା କମିଯିବା ହେତୁ ସେମାନଙ୍କ ଦୂରତାର ହିସାବ ଠିକ୍‌ଭାବେ ହୋଇପାରେ ନାହିଁ । ବିଶେଷତଃ ଗାଲାକ୍ସିର କେନ୍ଦ୍ର ଦିଗରେ ଏହି ଗ୍ୟାସ୍‌ର ପରିମାଣ ବହୁ ଅଧିକ ଥିବା ହେତୁ ଏହି ଦିଗରେ ବେଶି ଦୂର ଦେଖି ହୁଏ ନାହିଁ । ଦୃଶ୍ୟାଲୋକରେ ଗାଲାକ୍ସି କେନ୍ଦ୍ର ତ ଅଦୃଶ୍ୟ ଥାଏ ।

ଏହି ସବୁ କାରଣରୁ ମୁକ୍ତଗୁଚ୍ଛ, ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍ ଗ୍ୟାସ୍ ମେଘର ଅବସ୍ଥିତି, ଏକ୍ସ ରେ ଏବଂ ଗାମା ରେ ଇତ୍ୟାଦିର ବ୍ୟବହାର ଦ୍ୱାରା ଗାଲାକ୍ସିର ଆକାର ଏବଂ ପ୍ରକୃତି ବିଷୟରେ ତଥ୍ୟମାନ ସଂଗ୍ରହ କରାହୁଏ ।

ପ୍ରଭାମଣ୍ଡଳ (Halo)

ଏଠାରେ ଗୋଳଗୁଚ୍ଛମାନ ଦେଖାଯାନ୍ତି । ଏମାନଙ୍କ ବିଷୟରେ ପୂର୍ବରୁ ସୂଚନା ଦିଆ ଯାଇଛି । ଏଥିରେ ପ୍ରତ୍ୟେକରେ ପ୍ରାୟ ୧୦ଲକ୍ଷରୁ ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱ ତାରା ଥାନ୍ତି । ଏହି ତାରାମାନେ ପ୍ରାଚୀନତମ ତାରା ଏବଂ ଏମାନଙ୍କ ବୟସରୁ ଗାଲାକ୍ସିର ଜନ୍ମକାଳର ସୂଚନା ମିଳେ । ଏହା ପ୍ରାୟ ୧୦୦୦-୧୨୦୦ କୋଟି ବର୍ଷ ପୁରୁଣା ବୋଲି ହିସାବ କରାଯାଏ । ଗାଲାକ୍ସିର କେନ୍ଦ୍ର ଚାରିପଟେ ପ୍ରାୟ ୧୫୦ଟି ଗୋଳଗୁଚ୍ଛ ବର୍ତ୍ତୁଳାକାରରେ ସଜାଇ ହୋଇ ଅଛନ୍ତି । ଏମାନଙ୍କ ଗତି ଗାଲାକ୍ସି କେନ୍ଦ୍ର ଚାରିପଟେ କେପ୍ଲରୀୟ କକ୍ଷରେ, ଏବଂ ଏଥିରୁ ଗାଲାକ୍ସିର ସାମୂହିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ହିସାବ କରାହୁଏ । ଗାଲାକ୍ସିର ଦୃଶ୍ୟମାନ ତାରାମାନଙ୍କର ଜ୍ୟୋତିରୁ ମଧ୍ୟ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଆକଳନ କରାଯାଏ । ଏ ଦୁଇ ଭିତରେ ବିଶେଷ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦେଖାଯାଏ । ଏହି ଅନ୍ତରକୁ ଅଦୃଶ୍ୟ ବସ୍ତୁ (dark matter) କୁହାଯାଏ । ଏହି ବସ୍ତୁ ଦିଶେ ନାହିଁ ମାତ୍ର ଏହାର ମହାକର୍ଷଣ ପ୍ରଭାବ ଅନୁଭୂତ ହୁଏ । ଏହାର ପ୍ରକୃତି ବିଷୟରେ କଳ୍ପନା ଜଳ୍ପନା ଚାଲିଛି, ମାତ୍ର ଏହାର ଅବସ୍ଥିତି ପ୍ରଭାମଣ୍ଡଳରେ ବୋଲି ସନ୍ଦେହ କରାଯାଏ ।

ସକ୍ରିୟ ଗାଲାକ୍ସି (Active galaxies)

ସାଧାରଣ ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କର ସମସ୍ତ ବିକିରଣ ତାରାମାନଙ୍କଠାରୁ ଆସିଥାଏ । ମାତ୍ର ଏପରି ଅନେକ ଗାଲାକ୍ସି ଅଛନ୍ତି ଯେଉଁମାନଙ୍କର ସାମୂହିକ ବିକିରଣ ତାରାର ବିକିରଣଠାରୁ ଅନେକ ବେଶି । ଏହି ବିକିରଣ ଅଧିକାଂଶତଃ ରେଡିଓ, ଅବଲୋହିତ, ପରାବାଇଗଣି, ଏକ୍ସ ରେ ଏବଂ ଗାମା ରେ ଭାଗରେ ଅଧିକ ପରିମାଣରେ ଆସେ । ଅନେକ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଏହି ବିକିରଣ ଗାଲାକ୍ସିର ସାଧାରଣ

ବିକିରଣଠାରୁ ଅଧିକ ହେବାର ଦେଖାଯାଏ । ଏହି ସବୁ କାରଣରୁ ସେଠାରେ କେତେକ ବିଶେଷ ପ୍ରକ୍ରିୟା ଚାଲିଥିବାର ମନେ ହୁଏ । ଅନୁମାନ କରାଯାଏ ଯେ ଏମାନଙ୍କ କେନ୍ଦ୍ରରେ ଅତିକାୟ କୃଷ୍ଣବିବର ମାନ ଅଛନ୍ତି ଏବଂ ସେମାନେ ପ୍ରବଳ ବେଗରେ ବସ୍ତୁ ଆହରଣ କରୁଛନ୍ତି । କୃଷ୍ଣବିବର ଚାରିପଟେ ଏକ ଅତି ବେଗରେ ଘୂରୁଥିବା ଆହରଣ ଚକ୍ର (Accretion disc) ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଛି । ଏଥିରେ ବସ୍ତୁ କଣିକାମାନଙ୍କର ବେଗ ଆଲୋକର ବେଗ ସହ ତୁଳନୀୟ । ଏହି ବେଗରେ କଣିକାମାନଙ୍କର ସଂଘାତ ହେଲେ ସେମାନେ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଆୟନିତ ହୋଇଯାନ୍ତି । ଏହି ଆୟନିତ କଣିକାମାନଙ୍କର ଆବର୍ତ୍ତନ ହେତୁ ସିଙ୍କ୍ରୋଟ୍ରନ୍ ବିକିରଣ (synchrotron radiation) ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ଏବଂ ଏହା ଆବର୍ତ୍ତନର ଅକ୍ଷ ଦିଗରେ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ଅକ୍ଷର ଦୁଇ ପଟକୁ ଅତି ବେଗଶାଳୀ ବସ୍ତୁର ଜେଟ୍ ବାହାରେ । ତାହା ସହ ପ୍ରଚୁର ଏକ୍ସ୍ ରେ ଏବଂ ଗାମା ରେ ବିକିରଣ ମଧ୍ୟ ସେହି ଦିଗରେ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ଆମର ଅବସ୍ଥିତି ଅନୁସାରେ ଆମେ ଏହାର ବିଭିନ୍ନ ରୂପ ଦେଖିବାକୁ ପାଉ । ଗାଲାକ୍ସି ଅପେକ୍ଷାକୃତ ନିକଟରେ ଥିଲେ ଏହା ସିଫର୍ଟ୍ ଗାଲାକ୍ସି (Seyfort galaxy) ବା ବ୍ଲେଜାର୍ (Blazar) କୁହାଯାଏ । ଜେଟ୍‌ର ଦିଗ ଆମ ଆଡକୁ ଥିଲେ ଆମେ ଅତ୍ୟଧିକ ମାତ୍ରାରେ ରେଡିଓ ତରଙ୍ଗ ସଂଗ୍ରହଣ କରୁ, ଏହାକୁ ବ୍ଲେଜାର୍ କୁହାଯାଏ । ଅନ୍ୟଥା ରେଡିଓ, ଏକ୍ସ୍ ରେ ଏବଂ ଗାମା ରେ କିଛି ପରିମାଣରେ ମିଳେ ଏବଂ ତାହାକୁ ସିଫର୍ଟ୍ ଗାଲାକ୍ସି କୁହାଯାଏ । ବହୁ ଦୂରରେ ଥିବା ଗାଲାକ୍ସିମାନ କ୍ୱାସାର୍ (Qasar. quasi stellar radio sources) ବା କ୍ୟୁ.ଏସ୍.ଓ (QSO, Quasi stellar objects) ନାମରେ ଜଣାଯାଏ । ଏମାନଙ୍କ କ୍ଷେତ୍ରରେ ଡପ୍ଲର୍ ଲୋହିତ ଚ୍ୟୁତି ଅଧିକ ଦେଖାଯିବାରୁ ଏମାନଙ୍କୁ ବହୁ ଦୂରବର୍ତ୍ତୀ ବୋଲି ଚିହ୍ନଟ କରାଯାଏ । ଏମାନଙ୍କ ଠାରୁ ପ୍ରଚୁର ରେଡିଓ ତରଙ୍ଗ ପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ ମାତ୍ର ରେଡିଓ ଉତ୍ସର ପରିସର ଏକ ତାରା ଆକାରର ହୋଇଥାଏ । ସେଥିପାଇଁ ଏମାନଙ୍କୁ ତାରାଭ ଉତ୍ସ ବା quasi steller source କୁହାଯାଏ ।

କ୍ୱାସାର୍

୧୯୫୦ ଦଶକରେ ଅନେକ ଗୁଡିଏ ଏକକ ରେଡିଓ ଉତ୍ସ ଆବିଷ୍କୃତ ହୋଇଥିଲେ । ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ ଥିଲା କନ୍ୟାମଣ୍ଡଳସ୍ଥ ରେଡିଓ ଉତ୍ସ 3C273 । ୧୯୬୦ ମସୀହାରେ ଦୁଇଜଣ ଆମେରିକୀୟ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀ ମାଥ୍ୟୁସ୍ ଏବଂ ସାଣ୍ଡାଗେ ସେହିଠାରେ ଏକ ଅନୁଜ୍ଜ୍ୱଳ ତାରାର ସନ୍ଧାନ ପାଇଲେ । ଉକ୍ତ ତାରାର ବର୍ଣ୍ଣାଳି ଥିଲା ଅଦ୍ଭୁତ । ଏହା ଥିଲା ଏକ ଉତ୍ସର୍ଜନ ବର୍ଣ୍ଣାଳି (Emission spectrum) ଏବଂ ଏହାର ରେଖାମାନ କୌଣସି ଜଣା ମୌଳିକ ପଦାର୍ଥର ବର୍ଣ୍ଣାଳି ସହ ମିଳୁ ନଥିଲା । ୧୯୬୩ରେ

ଆମେରିକୀୟ ଜ୍ୟୋତିର୍ବିଜ୍ଞାନୀ ସ୍ମିଟ୍ (Schmidt) ଏହି ସମସ୍ୟାର ଏକ ସୁନ୍ଦର ସମାଧାନ କଲେ । ସେ ଦେଖାଇଲେ ଯେ ଏହି ରେଖାମାନ ସାଧାରଣ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ୍‌ର ବର୍ଣ୍ଣାଳି, କେବଳ ଡପ୍ଲର୍ ପ୍ରଭାବ ହେତୁ ଲୋହିତ ଚ୍ୟୁତିର ବଶବର୍ତ୍ତୀ ହୋଇଯାଇଛି । ଏହି ଲୋହିତ ଚ୍ୟୁତିର ପରିମାଣ z=୦.୧୫୮ ହୋଇଥିବାର ଦେଖାଇଲେ । ଏଥିରୁ ତାହାର ତ୍ରିଜ୍ୟବେଗ (radial velocity) ହିସାବ କରାଗଲା ୪୪୦୦୦କି.ମି ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡ୍ । ହବ୍‌ଲ୍ ସୂତ୍ରରୁ ଏହାର ଦୂରତା ବାହାରିଲା ୨୦୦ କୋଟି ଆଲୋକବର୍ଷ । ଏବେ ପ୍ରାୟ ୨୦୦୦ କ୍ୱାସାର୍ ଆବିଷ୍କୃତ ହେଲେଣି । ସବୁଠାରୁ ଦୂରରେ ଥିବା କ୍ୱାସାର୍‌ର ଲୋହିତ ଚ୍ୟୁତି ୬.୪ । ଏହାର ଦୂରତ୍ୱ ପ୍ରାୟ ୧୩୦୦କୋଟି ଆଲୋକ ବର୍ଷ । ସେମାନଙ୍କଠାରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ଆଲୋକର ମାପ ଏବଂ ଦୂରତାରୁ ସେମାନଙ୍କ ପରମ ଦୀପ୍ତି ହିସାବ କରାଯାଏ । ଏହା ଆମ ଗାଲାକ୍ସିର ୧୦୦-୧୦୦୦ ଗୁଣ ମଧ୍ୟରେ ହେବାର ଦେଖାଯାଏ । ଏମାନଙ୍କ ଉଜ୍ଜ୍ୱଳତା ପରିବର୍ତ୍ତନର ଆବର୍ତ୍ତି କାଳରୁ ଏମାନଙ୍କ ପରିସର ବିଷୟକ ଅନୁମାନ କରାଯାଏ ଏବଂ ଏହା ଏକ ବୃହତ୍ ତାରା ସହ ତୁଳନୀୟ ବୋଲି ଗଣନା କରାଯାଇଛି । ୯୦୦-୧୩୦୦ କୋଟି ଆଲୋକବର୍ଷ ମଧ୍ୟରେ ଏମାନେ ଅଧିକ ସଂଖ୍ୟାରେ ଦେଖାଯାନ୍ତି,ସବୁଠାରୁ ଅଧିକ ସଂଖ୍ୟା ପ୍ରାୟ ୧୦୦୦କୋଟି ଆଲୋକବର୍ଷରେ । ଏହି ସମୟ ଭିତରେ ଏମାନେ ବହୁସଂଖ୍ୟାରେ ଗଠିତ ହୋଇଥିବାର ମନେ ହୁଏ । ଏଥିରୁ ମନେ ହୁଏ ଯେ କ୍ୱାସାର୍ ଗାଲାକ୍ସି ସଂଗଠନର ଏକ ସୋପାନ ।

ସ୍ଥାନୀୟ ଗାଲାକ୍ସି ଗୁଚ୍ଛ

ଗାଲାକ୍ସିମାନ ବିଭିନ୍ନ ଗାଲାକ୍ସି ଗୁଚ୍ଛରେ ସଂଗଠିତ ହୋଇ ରହନ୍ତି । ଅନେକ ଗୁଡିଏ ଗାଲାକ୍ସି ପରସ୍ପର ମହାକର୍ଷଣ ବଳରେ ବନ୍ଧା ହୋଇ ସେମାନଙ୍କ ବସ୍ତୁକେନ୍ଦ୍ର ଚାରିପଟେ ପରିକ୍ରମା କରନ୍ତି । ଆମ ଛାୟାପଥ ଗାଲାକ୍ସି ଏହିପରି ଏକ ଗୁଚ୍ଛର ସଦସ୍ୟ । ଏଥିରେ ଅନ୍ୟ ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କର ବିଷୟରେ କେତେକ ତଥ୍ୟ ସାରଣୀ ୯.୧ରେ ଦିଆଯାଇଛି । ଆମଠାରୁ ପ୍ରାୟ ୨୦ ମେଗାପାର୍ସେକ୍ ଦୂରରେ କନ୍ୟାମଣ୍ଡଳ ଦିଗରେ ଅନ୍ୟ ଏକ ବହୁତ ବଡ ଗାଲାକ୍ସି ଗୁଚ୍ଛ ଦେଖାଯାଏ । ଏହାକୁ କନ୍ୟାମଣ୍ଡଳସ୍ଥ ଗୁଚ୍ଛ (Virgo cluster) କୁହାଯାଏ । ଏଥିରେ ପ୍ରାୟ ୧୦୦୦ରୁ ଅଧିକ ଗାଲାକ୍ସି ପରସ୍ପର ସହ ମହାକର୍ଷଣ ସୂତ୍ରରେ ବନ୍ଧା ଅଛନ୍ତି ।

କନ୍ୟାମଣ୍ଡଳସ୍ଥ ଅତିଗୁଚ୍ଛ

ଅନେକ ଗୁଡିଏ ଗାଲାକ୍ସିଗୁଚ୍ଛଙ୍କୁ ନେଇ ଗୋଟିଏ ଗୋଟିଏ ଅତିଗୁଚ୍ଛ ଗଠିତ ହୁଏ । ଅତିଗୁଚ୍ଛସ୍ଥ

ଗାଲାକ୍ସି ଗୁଚ୍ଛମାନ ସେମାନଙ୍କ ବସ୍ତୁକେନ୍ଦ୍ର ଚତୁର୍ଦିଗରେ କେପ୍ଲରୀୟ କକ୍ଷରେ ବିଚରଣ କରିବାର ଦେଖାଯାଏ । ଏଥିରେ ସବୁ ପ୍ରକାର ଗାଲାକ୍ସି ଦେଖାଯାନ୍ତି । ସେହିପରି ଏକ ଅତିଗୁଚ୍ଛ କନ୍ୟାମଣ୍ଡଳରେ ଦେଖିବାକୁ ମିଳେ । ଏହାର କେନ୍ଦ୍ରରେ କନ୍ୟାମଣ୍ଡଳୀୟ ଗୁଚ୍ଛ ଏବଂ ଏକ ପ୍ରାନ୍ତରେ ସ୍ଥାନୀୟ ଗୁଚ୍ଛ ଅବସ୍ଥିତ । ଅତିଗୁଚ୍ଛମାନଙ୍କର ସାମୂହିକ ଦୀପ୍ତିରୁ ସେମାନଙ୍କ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ଆକଳନ କରାଯାଏ । ଗାଲାକ୍ସିମାନଙ୍କର ପାରସ୍ପରିକ ଆବର୍ତ୍ତନରୁ ମଧ୍ୟ ଅତିଗୁଚ୍ଛର ସାମୂହିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ ମିଳେ । ଏ ଦୁଇ ହିସାବ ମଧ୍ୟରେ ବହୁ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଲକ୍ଷିତ ହୁଏ, ଏବଂ ଏହି ପାର୍ଥକ୍ୟକୁ ଅଦୃଶ୍ୟ ବସ୍ତୁ (Dark matter) କହନ୍ତି । ଦେଖାଯାଏ ଯେ ଏହି ଅଦୃଶ୍ୟ ବସ୍ତୁ ଦୃଶ୍ୟମାନ ବସ୍ତୁତ୍ୱର ୯୦ ଶତାଂଶରୁ ବେଶି । ଏହାର ସନ୍ଧାନ ଏବେବି ଚାଲିଛି । କୃଷ୍ଣବିବର, ଗ୍ରହ ବା ତା'ଠାରୁ ଛୋଟ ବସ୍ତୁପିଣ୍ଡ, ନ୍ୟୁଟ୍ରିନୋ ଏବଂ ଅନ୍ୟ କେତେକ ପ୍ରକାର ଅନାବିଷ୍କୃତ କଣିକା ଏହାର କାରଣ ହୋଇପାରେ ବୋଲି ସନ୍ଦେହ କରା ଯାଉଛି । ଏପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏହି ସମସ୍ୟାର ସମାଧାନ ହୋଇପାରି ନାହିଁ ।

ସାରଣୀ ୯.୧ ସ୍ଥାନୀୟ ଗାଲାକ୍ସି ଗୁଚ୍ଛ

ଗାଲାକ୍ସି	ଆକାର	ଦୂରତ୍ୱ, କିଲୋପାର୍ସେକ	ପରମ ଦୀପ୍ତି	ବସ୍ତୁତ୍ୱ, ସୌର ବସ୍ତୁତ୍ୱ
Milkyway	ଦଣ୍ଡଯୁକ୍ତ କୁଣ୍ଡଳିତ	୮-୧୦	- ୨୦.୫	> ୨×୧୦^{୧୧}
LMC	ଅନିୟମିତ	୫୨	- ୧୮.୭	୧.୦×୧୦^{୧୦}
SMC	ଅନିୟମିତ	୬୩	- ୧୬.୭	୨×୧୦^{୯}
Draco system	ଉପବୃତ୍ତାଭ ବାମନ	- ୬୭	- ୮.୫	୧×୧୦^{୫}
Fornax system	ଉପବୃତ୍ତାଭ ବାମନ	୧୭୦	- ୧୩	୨×୧୦^{୭}
M-32(NGC221)	ଉପବୃତ୍ତାଭ	୬୭୦	-୧୬.୩	୩×୧୦^{୯}
M31(NGC224), Andromeda	କୁଣ୍ଡଳିତ	୬୭୦	- ୨୧.୧	୪×୧୦^{୧୧}

Notes LMC= Large Magellanic Cloud, SMC=Small Magellanic Cloud
M-xx= Messier catalogue No. NGC= New General Catalogue of nebulae and galaxies

ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡର ବିହଙ୍ଗମ ଦୃଶ୍ୟ (ଚିତ୍ର ୯.୨)

ସାରା ଦୃଶ୍ୟମାନ ବିଶ୍ୱର ପରିସର ପ୍ରାୟ ୧୩୭୦କୋଟି ଆଲୋକ ବର୍ଷ ବୋଲି କଳନା କରାଯାଇଛି । ବିଭିନ୍ନ ଦିଗରୁ ପ୍ରାପ୍ତ ହବ୍‌ଲ୍ ଚିତ୍ରମାନଙ୍କର ସମନ୍ୱୟ କରି ଏହି ଚିତ୍ର ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯାଇଛି ।

ଦୃଶ୍ୟମାନ ବିଶ୍ୱର ଆୟତନ ୧୩୭୦ କୋଟି ଆଲୋକବର୍ଷ । ଏଥିରେ ଅଛନ୍ତି

ଗାଲାକ୍ସୀୟ ଅତିଗୁଚ୍ଛ (Superclusters)	$୧୦^{୭}$	
ଗାଲାକ୍ସି ଗୁଚ୍ଛ	୨.୫	$୧୦^{୧୦}$
ବଡ ଗାଲାକ୍ସି	୩.୫	$୧୦^{୧୧}$
ବାମନ ଗାଲାକ୍ସି	୩.୫	$୧୦^{୧୨}$
ତାରା	୩	$୧୦^{୨୨}$

ପ୍ରଚ୍ଛଦ ପଟର ଚିତ୍ର ଏହାର ଏକ ନମୁନା ଏହାର କେନ୍ଦ୍ର କନ୍ୟାମଣ୍ଡଳସ୍ଥ ଅତିଗୁଚ୍ଛ ର ବିସ୍ତାରିତ ଚିତ୍ର ଡାହାଣ ପଟ ବାକ୍ସରେ ଦେଖାଯାଇଛି ।

ମାତ୍ର ୫୦୦ ବର୍ଷ ତଳେ ବହୁଧା ପ୍ରଚଳିତ ଭୂକେନ୍ଦ୍ରିକ ବିଶ୍ୱବାଦରୁ ଆମେ ବହୁଦୂର ଆଗେଇ ଆସିଲୁଣି । ସେକାଳର ବିଶ୍ୱବାଦ ଥିଲା ମାନବକେନ୍ଦ୍ରିକ । ଆମେ ସଂସାରର ଶ୍ରେଷ୍ଠ ଜୀବ, ଈଶ୍ୱରଙ୍କ ପ୍ରତିକୃତିରେ ଆମର ଗଠନ । ତେଣୁ ଆମେ ଏବିଶ୍ୱର କେନ୍ଦ୍ରରେ ରହିବାର ହକ୍‌ଦାର୍ । ଉପରୋକ୍ତ ଆଲୋଚନାରୁ ଦେଖାଯିବ ଯେ ଏ ବିଶ୍ୱ ବ୍ରହ୍ମାଣ୍ଡର ପରିପ୍ରେକ୍ଷୀରେ ଆମର ସ୍ଥାନ କେଉଁଠି । କେଉଁ ଏକ ଅପନ୍ତରାରେ ପଡିଥିବା ଏକ ଅତି ସାଧାରଣ ତାରାର ପରିକ୍ରମାକାରୀ ତୃତୀୟ ଗ୍ରହ । ଏହିପରି ଆହୁରି କୋଟି କୋଟି ଗ୍ରହ ଥିବେ ଏବଂ ସେଠାରେ ଜୀବନ ଏବଂ ସଭ୍ୟତାର ଉଦ୍ଭବ ହୋଇଥିବ । ହୁଏତ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ଅନେକେ ଆମଠାରୁ ଉନ୍ନତ ସଭ୍ୟତାର ଅଧିକାରୀ ହୋଇଥିବେ । ଆମର ସୀମିତ ସମ୍ବଳ ଓ ଦକ୍ଷତାର ଉପଯୋଗ କରି ସେ ସବୁର ଖୋଜା ଚାଲିଛି ।

ଏହି ସର୍ବପ୍ରାଚୀନ ବିଜ୍ଞାନ ଆଜି ସୃଷ୍ଟି ପ୍ରକ୍ରିୟାର ଅନୁଧ୍ୟାନରେ ସବା ଆଗରେ ରହି ବାଟ କଢାଉଛି ।



ଉପବୃତ୍ତାକାର ଗାଲାକ୍ସି

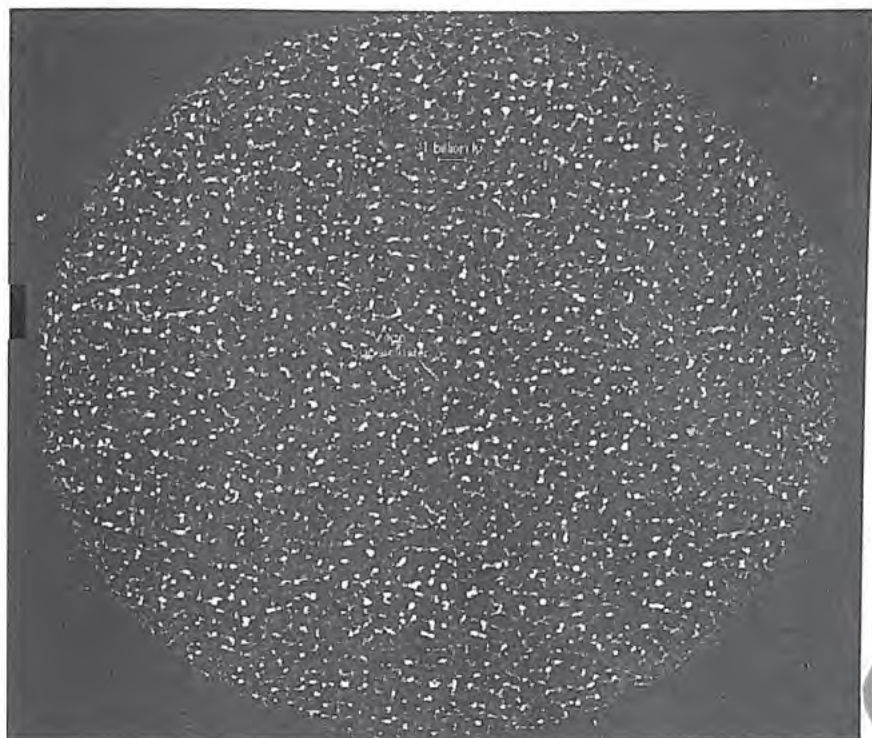


କୁଣ୍ଡଳିତ ଗାଲାକ୍ସି



ଅନିୟମିତ ଆକାର ଗାଲାକ୍ସି

ଚିତ୍ର ୯.୧ ଗାଲାକ୍ସିର ପ୍ରକାର ଭେଦ



ଚିତ୍ର ୯.୨ ଦୃଶ୍ୟମାନ ବିଶ୍ୱର ବିହଙ୍ଗମ ଦୃଶ୍ୟ
କେନ୍ଦ୍ରରେ କନ୍ୟାମଣ୍ଡଳସ୍ଥ ଅତିଗୁଚ୍ଛ

ସାରଣୀ ୧ ଗ୍ରୀକ୍ ବର୍ଣ୍ଣମାଳା

ଗ୍ରୀକ୍ ଅକ୍ଷର	ଉଚ୍ଚାରଣ	ଗ୍ରୀକ୍ ଅକ୍ଷର	ଉଚ୍ଚାରଣ	ଗ୍ରୀକ୍ ଅକ୍ଷର	ଉଚ୍ଚାରଣ
α	ଆଲ୍ଫା	ι	ଆୟୋଟା	ρ	ରୋ
β	ବିଟା	κ	କପ୍ପା	σ	ସିଗ୍ମା
γ	ଗାମା	λ	ଲାଂବ୍ଡା	τ	ଟାଓ
δ	ଡେଲ୍ଟା	μ	ମ୍ୟୁ	υ	ଉପ୍ସିଲନ୍
ε	ଏପ୍ସିଲନ୍	ν	ନ୍ୟୁ	ϕ	ଫାଇ
ζ	ଜିଟା	ξ	ଜାଇ	χ	କାଇ
η	ଇଟା	o	ଓମିକ୍ରନ୍	ψ	ସାଇ
θ	ଥିଟା	π	ପାଇ	ϖ	ଓମେଗା

ପରିଶିଷ୍ଟ ୨

ବେୟର୍ ବିଧି	ଫ୍ଲାମ୍ଷ୍ଟୀଡ୍ ବିଧି କାଟାଲଗ୍ ନଂ	ହେନ୍‌ରି ଡ୍ରେପର୍	ଡି.ଏମ୍.କାଟାଲଗ୍ ନଂ	ନିଜନାମ	ଭାରତୀୟ ନାମ
α UMa	50 UMa	HD95689	BD+62 1161	Dubhe	ଅତ୍ରି
β UMa	48UMa	HD95418	BD+57 1302	Merak	ପୁଲସ୍ତ୍ୟ
γ UMa	64UMa	HD103287	BD+54 1475	Phad	ପୁଲହ
δ UMa	69UMa	HD106591	BD+57 1363	Megrez	କ୍ରତୁ
ε UMa	77UMa	HD112185	BD+56 1687	Alioth	ଅଙ୍ଗିରା
ζ UMa	79UMa	HD116656	BD+56 1598	Mizar	ବଶିଷ୍ଠ
η UMa	85UMa	HD120315	BD50 2017	Alkaid	ମରୀଚି
α UMi	1UMi	HD8890	BD+88 0008	Polaris	ଧ୍ରୁବ
α CMa	9CMa	HD48915	SD-16 1591	Sirius	ବ୍ୟାଧ, ଲୁବ୍ଧକ
α Car	-----	HD45348	CP-52 0914	Canopus	ଅଗସ୍ତ୍ୟ
α Cen	-----	HD128620	CP-50 5483	Rigil Kent	------
α Lyr	3Lyr	HD172167	BD+38 3258	Vega	ଅଭିଜିତ୍
α Aur	13Aur	HD34029	BD+45 1027	Capella	ବ୍ରହ୍ମହୃଦୟ
α Boo	16Boo	HD34029	BD+19 2777	Arcturus	ସ୍ୱାତୀ
β Ori	19Ori	HD34085	SD-8 1063	Rigel	-----
α CMi	10CMi	HD61421	BD+5 1739	Procyon	

CMa=Canis Major; CMi=Canis Minor; UMa=Ursa Major; UMi=Ursa Minor; Lyr=Lyra; Aur=Auriga; Boo=Bootes; Ori=Orion

Names and Standard Abbreviations of Constellations

The following list of constellation names and abbreviations is in accordance with the resolutions of the International Astronomical Union (Trans. IAU, 1, 158; 4, 221; 9, 66 and 77). The boundaries of the constellations are listed by E. Delporte, on behalf of the IAU, in, Delimitation scientifique des constellations (tables et cartes), Cambridge University Press, 1930; they lie along the meridians of right ascension and parallels of declination for the mean equator and equinox of 1875.0.

Nominative	*Genitive*			*Nominative*	*Genitive*
Andromeda	And	Andromedae	Lacerta	Lac	Lacertae
Antlia	Ant	Antliae	Leo	Leo	Leonis
Apus	Aps	Apodis	Leo Minor	LMi	Leonis Minoris
Aquarius	Aqr	Aquarii	Lepus	Lep	Leporis
Aquila	Aql	Aquilae	Libra	Lib	Librae
Ara	Ara	Arae	Lupus	Lup	Lupi
Argo (1)	Arg	Argus	Lynx	Lyn	Lyncis
Aries	Ari	Arietis	Lyra	Lyr	Lyrae
Auriga	Aur	Aurigae	Mensa	Men	Mensae
Bootes	Boo	Bootis	Microscopium	Mic	Microscopii
Caelum	Cae	Caeli	Monoceros	Mon	Monocerotis
Camelopardalis	Cam	Camelopardalis	Musca	Mus	Muscae
Cancer	Cnc	Cancri	Norma	Nor	Normae
Canes Venatici	CVn	Canum Venaticorum	Octans	Oct	Octantis
Canis Major	CMa	Canis Majoris	Ophiuchus	Oph	Ophiuchi
Canis Minor	CMi	Canis Minoris	Orion	Ori	Orionis
Capricornus	Cap	Capricorni	Pavo	Pav	Pavonis
Carina	Car	Carinae	Pegasus	Peg	Pegasi
Cassiopeia	Cas	Cassiopeiae	Perseus	Per	Persei
Centaurus	Cen	Centauri	Phoenix	Phe	Phoenicis
Cepheus	Cep	Cephei	Pictor	Pic	Pictoris
Cetus	Cet	Ceti	Pisces	Psc	Piscium
Chamaeleon	Cha	Chamaeleontis	Piscis Austrinus (2)	PsA	Piscis Austrini
Circinus	Cir	Circini	Puppis	Pup	Puppis
Columba	Col	Columbae	Pyxis	Pyx	Pyxidis
Coma Berenices	Com	Comae Berenices	Reticulum	Ret	Reticuli
Corona Austrina	CrA	Coronae	Sagitta	Sge	Sagittae
Corona Borealis	CrB	Coronae Borealis	Sagittarius	Sgr	Sagittarii

Nominative	Genitive		Nominative	Genitive	
Corvus	Crv	Corvi	Scorpius	Sco	Scorpii
Crater	Crt	Crateris	Sculptor	Scl	Sculptoris
Crux	Cru	Crucis	Scutum	Sct	Scuti
Cygnus	Cyg	Cygni	Serpens (3)	Ser	Serpentis
Draco	Dra	Draconis	Telescopium	Tel	Telescopii
Equuleus	Equ	Equulei	Triangulum	Tri	Trianguli
Eridanus	Eri	Eridani	Triangulum	TrA	Trianguli
Fornax	For	Fornacis	Australe		Australis
Gemini	Gem	Geminorum	Tucana	Tuc	Tucanae
Grus	Gru	Gruis	Ursa Major	UMa	Ursae Majoris
Hercules	Her	Herculis	Ursa Minor	UMi	Ursae Minoris
Horologium	Hor	Horologii	Vela	Vel	Velorum Hy-
dra	Hya	Hydrae	Virgo	Vir	Virginis
Hydrus	Hyi	Hydri	Volans	Vol	Volantis
Indus	Ind	Indi	Vulpecula	Vul	Vulpeculae

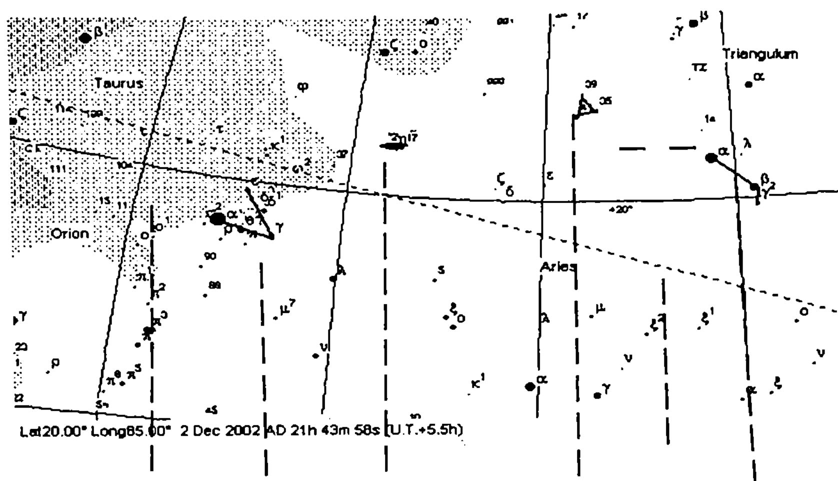
(1) In modern usage Argo is divided into Carina, Puppis, and Vela.
(2) Australis is sometimes used, in both nominative and genitive.
(3) Serpens may be divided into Serpens Caput and Serpens Cauda.
Note also: LMC Large Magellanic Cloud SMC Small Magellanic Cloud

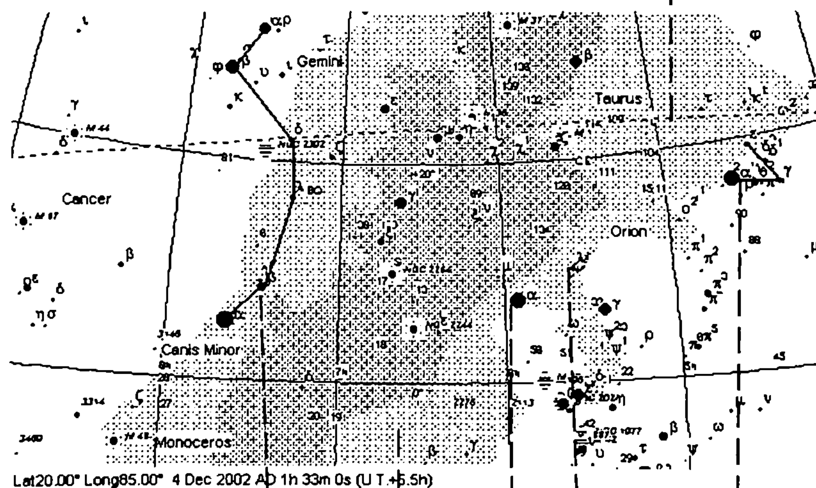
ସାରଣୀ ୩

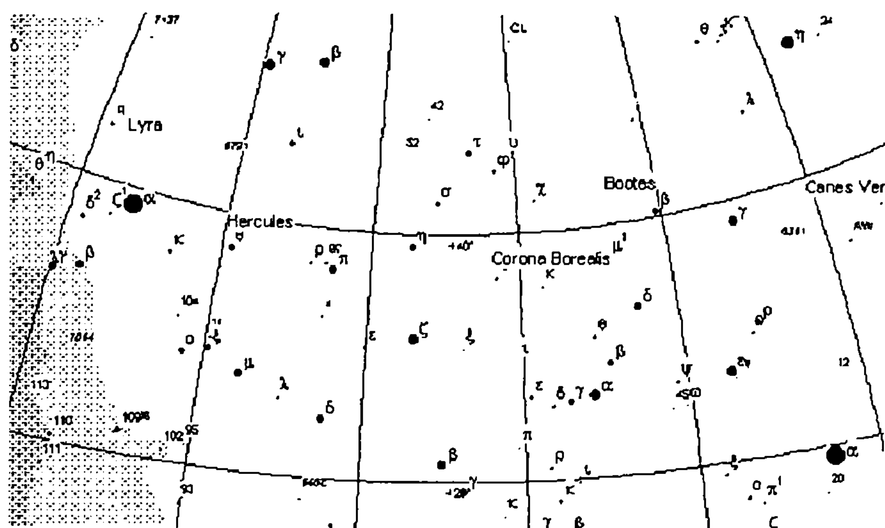
ନକ୍ଷତ୍ର ପରିଚୟ

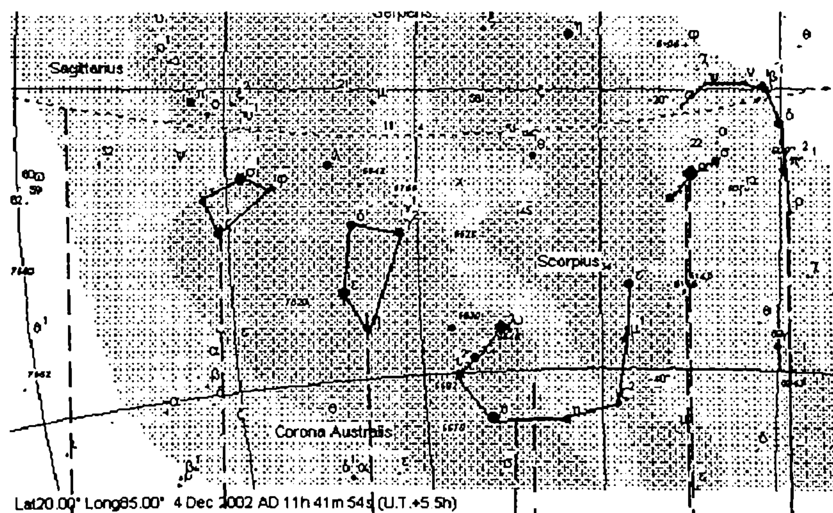
କ୍ରମ ସଂଖ୍ୟା	ନକ୍ଷତ୍ର	ତାରାସଂଖ୍ୟା	ଆକୃତି	ଆଧୁନିକ ପରିଚୟ	ଯୋଗତାରା
୧	ଅଶ୍ୱିନୀ	୩	ଘୋଡାମୁଣ୍ଡ	α,β,γ Ari	α Ari
୨	ଭରଣୀ, ଦ୍ୱିଜା	୩	ସମବାହୁ ତ୍ରିଭୁଜ	35,39,41 Ari	41 Ari
୩	କୃତ୍ତିକା	୬	ନିଆଁହୁଳା,ଖୁରା	Pleiads	η Tau
୪	ରୋହିଣୀ	୫	ଶଗଡ	Hyades	α Tau
୫	ମୃଗଶିର	୩	ବିରାଡି ପାଦ	λ,φ,χ Ori	λ Ori
୬	ଆର୍ଦ୍ରା	୧	ମଣି,ପୋହଳା	α Ori	α Ori
୭	ପୁନର୍ବସୁ	୫	ଧନୁ	β,δ,γ Gem, β,α CMi	β.Gem
୨		—		α,β Gem	β Gem
୮	ପୁଷ୍ୟା	୧	ଖଡିଗୁଣ୍ଡ	M44, Praeseppe	M44
୯	ଅଶ୍ଳେଷା	୫	କୁକୁର ଲାଙ୍ଗୁଡ,ଚକ୍ର	ζ,η,δ,ε,ρ Hya	ζ Hya
୧୦	ମଘା	୫	ହଳ	σ,χ,ρ,α,ο Leo	α Leo
୧୧	ପୂର୍ବ ଫାଲ୍‌ଗୁନି	୨	ଖାଟ	δ,θ Leo	δ Leo
୧୨	ଉତ୍ତର ଫାଲ୍‌ଗୁନି	୨	ଖାଟ	β,93 Leo	β Leo
୧୩	ହସ୍ତା	୫	ହାତ ପାପୁଲି	β,δ,λ,ε,η Crv	δ Crv
୧୪	ଚିତ୍ରା	୧	ମୁକ୍ତା	α Vir	α Vir
୧୫	ସ୍ୱାତୀ	୧	ମାଣିକ୍ୟ	α Boo	α Boo
୧୬	ବିଶାଖା	୫	ତୋରଣ	α,β,γ,σ,ι Lib	ι Lib
୧୮	ଅନୁରାଧା	୭	ସାପ	ρ,π,δ,β,ω,ψ,ν Sco	δ Sco
୧୯	ଜ୍ୟେଷ୍ଠା	୩	ବରାହ ଦନ୍ତ	τ,α,σ Sco	α Sco
୨୦	ମୂଳା	୯	ସଂହପୁଚ୍ଛ,ଶଙ୍ଖ	λ,κ,ι,θ,η,ξ,μ,ε Sco	λ Sco
୨୧	ପୂର୍ବାଷାଢା	୪	କୁଲା	η,ε,δ,σ Sag	δ Sag
୨୨	ଉତ୍ତରାଷାଢା	୪	କୁଲା	σ,φ,τ,ζ Sag	φ Sag
୨୩	ଅଭିଜିତ୍	୩	ତ୍ରିକୋଣ	α,β,γ Lyr	α Lyr
୨୩	ଶ୍ରବଣା	୩	ତୀର	β,α,γ Aql	α Aql
୨୪	ଧନିଷ୍ଠା	୫	ମର୍ଦ୍ଦଳ	α,β,γ,δ,ε Del	α Del
୨୫	ଶତଭିଷା	୧୦୦	ତୋରଣ	Aquarius	λ Aqr
୨୬	ପୂର୍ବ ଭାଦ୍ରପଦ	୨	—	α,β Peg	β Peg
୨୭	ଉତ୍ତର ଭାଦ୍ରପଦ	୨	—	γ Peg, α And	α And
୨୮	ରେବତୀ	୩୨	—	Pisces	η Psc

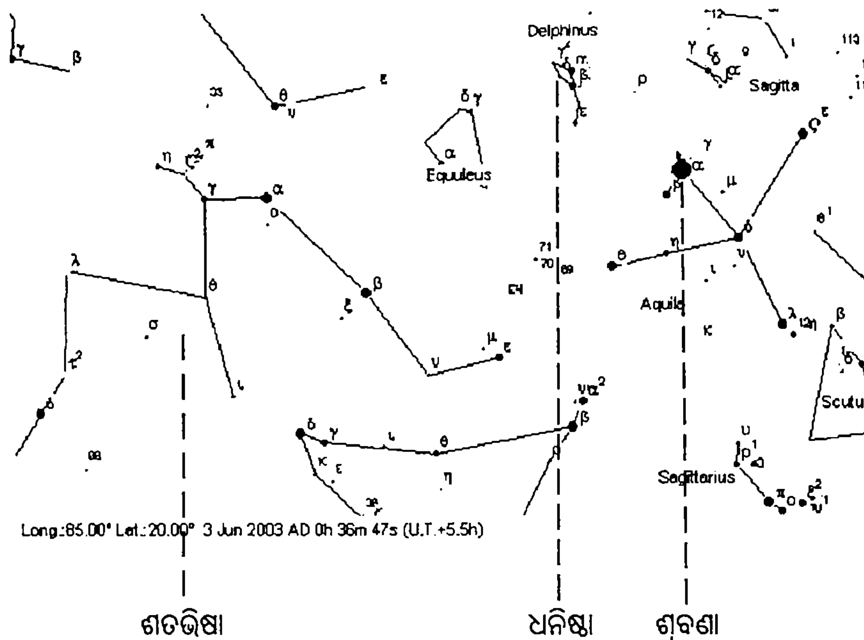
ସମସ୍ତ ପରିଚୟ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଦର୍ପଣ ମତାନୁଯାୟୀ ।

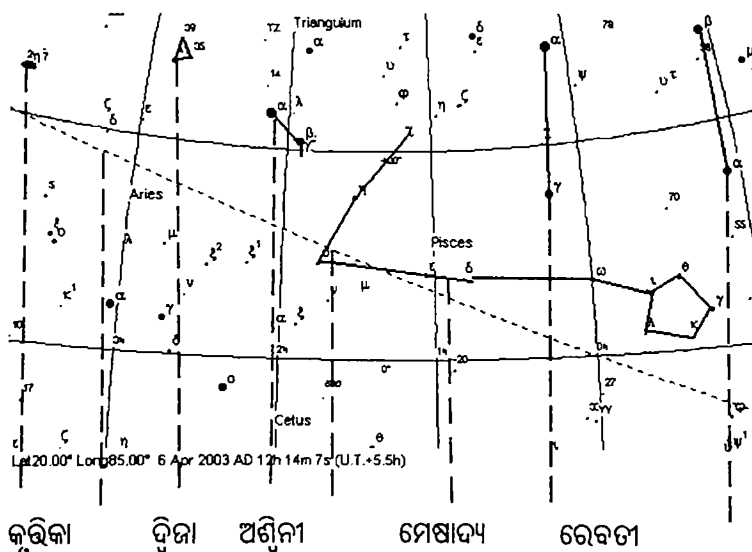

Taurus
Orion
Aries
Triangulum
Lat20.00° Long85.00° 2 Dec 2002 AD 21h 43m 58s (U.T.+5.5h)
ଛାୟାପଥ
ରୋହିଣୀ କୃତ୍ତିକା
ଦ୍ୱିଜା
କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତ


Gemini
Taurus
Cancer
Orion
Canis Minor
Monoceros
Lat20.00° Long85.00° 4 Dec 2002 AD 1h 33m 0s (U.T.+5.5h)
ପୁନର୍ବସୁ
ଛାୟାପଥ
ଆର୍ଦ୍ରା
ମୃଗଶିରା
ରୋହିଣୀ


Lyra
Hercules
Bootes
Canes Ver
Corona Borealis
Lat20.00° Long85.00° 4 Dec 2002 AD 11h 26m 55s (U.T +5.5h)
ଅଭିଜିତ୍
ସ୍ୱାତୀ


Sagittarius
Scorpius
Corona Australis
Lat20.00° Long85.00° 4 Dec 2002 AD 11h 41m 54s (U.T +5.5h)
କ୍ରାନ୍ତିବୃତ୍ତ
ଉତ୍ତରାଷାଢା
ପୂର୍ବାଷାଢା
ମୂଳା
ଜ୍ୟେଷ୍ଠା
ଅନୁରାଧା


Delphinus
Equuleus
Sagitta
Aquila
Scutu
Sagittarius
Long.:85.00° Lat.:20.00° 3 Jun 2003 AD 0h 36m 47s (U.T.+5.5h)
ଶତଭିଷା
ଧନିଷ୍ଠା
ଶ୍ରବଣା


Triangulum
Aries
Pisces
Cetus
Lat20.00° Long85.00° 6 Apr 2003 AD 12h 14m 7s (U.T.+5.5h)
କୃତ୍ତିକା
ଦ୍ୱିଜା
ଅଶ୍ୱିନୀ
ମେଷାଦ୍ୟ
ରେବତୀ



ପ୍ରସନ୍ନ କୁମାର ମିଶ୍ର

ପ୍ରତିରକ୍ଷା ଗବେଷଣା ଓ ବିକାଶ ସଂଗଠନର ଅବସରପ୍ରାପ୍ତ ବରିଷ୍ଠ ବୈଜ୍ଞାନିକ

ଜନ୍ମ କଟକ ଜିଲ୍ଲା ମଉଦା ଗ୍ରାମରେ,ତାରିଖ ୧୯୨୬ ମସିହା ମାର୍ଚ୍ଚ ୧ । ପିତା ଶ୍ରୀ ଉପେନ୍ଦ୍ର ଚନ୍ଦ୍ର ମିଶ୍ର ଥିଲେ କଟକର ଜଣେ ପ୍ରତିଷ୍ଠିତ ଆଇନଜୀବୀ । ଲେଖକ ରେଭେନ୍ସା କଲେଜିଏଟରୁ ମ୍ୟାଟ୍ରିକ୍, ରେଭେନ୍ସା କଲେଜରୁ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ସମ୍ମାନ ସହ ବି.ଏସ୍.ସି ଏବଂ କୋଲକାତା ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟରୁ ପଦାର୍ଥ ବିଜ୍ଞାନରେ ଏମ୍.ଏସ୍.ସି ପାସ୍ କରି ପ୍ରତିରକ୍ଷା ଗବେଷଣା ଓ ବିକାଶ ସଂଗଠନରେ ଯୋଗ ଦେଲେ । ବାଙ୍ଗାଲୋରସ୍ଥିତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନିକ୍ ଓ ରେଖାର ବିକାଶ ସଂସ୍ଥାନ,ଦିଲ୍ଲୀର ପ୍ରତିରକ୍ଷା ବିଜ୍ଞାନ ଗବେଷଣାଗାର,ପୁଣେର ଆୟୁଧ ଟେକ୍ନୋଲୋଜି ପ୍ରତିଷ୍ଠାନ, ଚଣ୍ଡୀଗଡ଼ର ଚରମ ପ୍ରାକ୍ଷେପିକୀ ଗବେଷଣାଗାର ଏବଂ ଚାନ୍ଦିପୁରର ପରୀକ୍ଷା ଓ ପ୍ରମାଣ ପ୍ରତିଷ୍ଠାନର ନିର୍ଦ୍ଦେଶକ ଥାଇ ୧୯୮୪ ମସିହାରେ ଅବସର ଗ୍ରହଣ କଲେ । ଏହି ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ସେ ଡଃ.ରାଜା ରାମନ୍ନା ଏବଂ ଡଃ.ଅବଦୁଲ୍ କଲାମଂକ ପରି ଲବ୍ଧପ୍ରତିଷ୍ଠ ବୈଜ୍ଞାନିକଂକ ଘନିଷ୍ଠ ସଂସ୍ପର୍ଶରେ କାମ କରିବାର ସୁଯୋଗ ପାଇଥିଲେ । ଚଣ୍ଡୀଗଡରେ ତାଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିଷ୍ଠିତ ଅତି ଦ୍ରୁତ ଯନ୍ତ୍ର ସମୂହ ଭାରତରେ ଏବେବି ଅଦ୍ୱିତୀୟ ଏବଂ ଏହା ସାହାଯ୍ୟରେ କେତେକ ଅତି ଗୁପ୍ତ ବିଷୟରେ ସ୍ୱଦେଶୀଜ୍ଞାନ କୌଶଳର ବିକାଶ ସମ୍ଭବ ହୋଇ ପାରିଲା । ଚାନ୍ଦିପୁରରେ ପ୍ରତିଷ୍ଠିତ ସମନ୍ୱିତ ପରୀକ୍ଷାକେନ୍ଦ୍ରର ପରିକଳ୍ପନା ଅନ୍ୟ ଏକ ସାଫଲ୍ୟ । ସେବାନିବୃତ୍ତି ପରେ ଓଡିଶାରେ ବିଜ୍ଞାନ ପ୍ରସାରର ଆଭିମୁଖ୍ୟ ନେଇ କାର୍ଯ୍ୟରତ । ସରଳ ଓଡିଆରେ ଲେଖା ବହୁ ପ୍ରବନ୍ଧ ସମ୍ବାଦପତ୍ର ଓ ବିଜ୍ଞାନ ଦିଗନ୍ତରେ ପ୍ରକାଶିତ । ଗ୍ରହବିଜ୍ଞାନ ଓ ଜ୍ୟୋତିର୍ଯନ୍ତ୍ର ବିଜ୍ଞାନ ନାମକ ଦୁଇଟି ପୁସ୍ତକ ପ୍ରକାଶିତ ହୋଇଛି ।